Tafel- und Kettenland im Basler Jura
und ihre tektonischen Beziehungen nebst Beiträgen zur Kenntnis des Tertiärs.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Philosophischen Doktorwürde

vorgelegt der

Hohen Philosophischen Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität
zu Freiburg i. Br.

von

Hans Cloos
aus Magdeburg.

STUTTGART.
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
Nägele & Dr. Sproesser
1910.

Tafel- und Kettenland im Basler Jura

und ihre tektonischen Beziehungen nebst Beiträgen zur Kenntnis des Tertiärs.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Philosophischen Doktorwürde

vorgelegt der

Hohen Philosophischen Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität
zu Freiburg i. Br.

von

Hans Cloos
aus Magdeburg.

STUTTGART.
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
Nägele & Dr. Sproesser
1910.

Dekan:
Prof. Dr. L. Neumann.

Referent:
Prof. Dr. W. Deecke.

Separat-Abdruck aus dem Neuen Jahrbuch für Mineralogie etc. Beil.-Bd. XXX.

Druck von C. Grüninger, K Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

Tafel- und Kettenland im Basler Jura und ihre tektonischen Beziehungen nebst Beiträgen zur Kenntnis des Tertiärs.

Von

Hans Cloos aus Magdeburg.

Mit Taf. IV, V und 2 Textfiguren.

Inhaltsübersicht.

Seite

Inhaltsübersicht . . . . . 97—100
Einleitung . . . . . 100—105
Der Basler Jura als tektonisches Mittelglied zwischen Schwarzwald und Alpen. 100. — Inhalt der Arbeit. 102. — Vorhandene Vorarbeiten. 103. — Gliederung der Arbeit. 104.
Literaturverzeichnis . . . . . 105—107
Beschreibender Teil . . . . . 107—184
Topographische Übersicht 107
I. Stratigraphie des südlichen Tafeljuras . . . . 108—149
1. Die Juraformation. 108—113.
Brauner Jura: Murchisonae-, *Sowerbyi-*, *Sauzei-*, *Humphriesi-*, *Blagdeni-* } Schichten.
Hauptrogenstein.
Maxillata-, *Ferrugineus-*, *Varians-*, *Macrocephalus-* } Schichten.
Ornatentone.

Seite

Weißer Jura: Birmensdorfer, Effinger, Geißberg-, *Crenularis*-, Wangener—St. Verena-Schichten.

Macrocephalites in den Birmensdorfer Schichten. 111.

2. Die Tertiärformation. 113—148.

Allgemeines. 113.

Eocän: Bohnerze, z. T. mit Süßwasserkalken. 114. — Andere alttertiäre Süßwasserkalke, z. T. mit Pflanzenresten. 119. — Zusammengehörigkeit derselben. 124.

Oligocän: Unteroligocäner Limnäenkalk von Mitteldiegten mit *Limnaeus longiscatus* Brogn. 124—127. — Die Lagerung desselben und ihre Bedeutung für das Alter der Tafelbrüche. 124. — Gesteinsbeschaffenheit. 125. — Fossilführung. 127.

Miocän: 148. — Marines Mittelmiocän. 130. — Helicitenmergel mit *Helix sylvana*. 135. — Knollenlagen darin. 135. — Obermiocäner Limnäenkalk mit *Limnaeus dilatatus*. 138. — Miocänprofile. 135, 135, 139, 141. — Obermiocäne Juranagelfluh. 142—145. — Lagerung. 142. — Einlagerungen. 143. — Eindrücke in der Unterlage. 145. — Jüngere Miocänbildungen. 148.

3. Diluvium und Alluvium. 148—149. — Moränen. 148. — Erosion. 149. — Talbildung. 149. — Quellen. 149.

II. Tektonische Spezialbeschreibung des südlichen Tafeljuras . . . . . 149—185

1. Östlich vom Homburger Tal. 150—157. — Tafelstück im südlichen Teil. 150—153. — Lagerung der Jura- und der Tertiärschichten, Diskordanz. 153—154. — Die vier Verwerfungen des Krintales. 154—157.

2. Zwischen Homburger und Diegter Tal. 158—168. — Das untere Homburger Tal. 163. — Die Wittinsburger Hochfläche und ihre Verwerfungen. 159—161. — Die Verwerfung Einschlag (Talacker)-Gieß. 161—163. — Der westliche Malmgraben und seine Unterstörungen. 163—167. — Jungtertiäre Verwerfungen. 167. — Das Miocän. 167. — Seine Lagerung. 168f.

3. Zwischen dem Diegtener und Hölsteiner Tal. 169—173. — Das untere Diegtener Tal. 169. — Der Tenniker Graben. 169. — Die Diegtener Juratafel. 170. — Quersprünge bei Hof Kählen. 170. — Tertiärdecke

Seite

des Plateaus. 171. — Hölsteiner Malmgraben. 172. — Hölsteiner Doggerhorst. 172. — Allgemeine Bedeutung der Holdenweidverwerfung. 173. — Tertiär. 173.

4. Im Westen des Hölsteiner Tales. 173—179. — Hölsteiner Doggerhorst. 174. — Westlicher Malmgraben von Hölstein. 174. — Repetitionsverwerfungen. 176. — Tertiär. 178. — Unregelmäßige Lagerung desselben. 179.

5. Südrand des Tafeljuras. 179—184. — Synklinale im Tafeljura. 179—183. — Störung in der Nagelfluh? 181. — Verlauf der Überschiebungsgrenze. 183. — Keine bedeutenden Erosionslöcher vor der Überschiebung. 184.

Theoretischer Teil . . . . . 185—232

I. Tektonische Gesamtbetrachtung des Basler Juragebirges . . . . . 185—214

Tektonischer Überblick. 185—193. — Tafeljura. 185. — Kettenjura. 188—193. — Überschobener Tafeljura. 188. — Muschelkalkzone. 189. — Kettengebiet. 190.

Tafel- und Kettenland und ihre tektonischen Beziehungen. 193.

Die Verhältnisse am Hasenhügel bei Buckten. 195. — Die Kräheggquerverwerfung. 197. — Nördliches Eptinger Bruchfeld. 198. — Knickstellen in Streichen des Muschelkalkes. 201. — Schuppenbildung und Aufschiebung des Muschelkalkes. 203. — Hauensteinzone. 203. — Der große Quersprung. 203—204. — Liaskeuperfeld von Eptingen. 205. — Vorgeschobene Kettenstücke. 206. — Westhälfte der Ketten, Virgation. 206. — Gründe dafür. 206. — Rechnerische Behandlung des Zusammenschubes. 207.

Jungtertiäre Störungen im Tafeljura. 209. — Lage der Verwerfungsflächen, Gestalt der Gräben. 210. — Ausheilen nach unten. 210. — Der Muschelkalk ohne Querstörungen. 210.

Zusammenfassung. 211.

Allgemeine Ergebnisse. 213.

Gustav Steinmann's „Tektonische Kartenskizze". 213.

II. Theoretische Anmerkungen . . . . . 214—232

Das Bruchsystem des Tafeljuras. 214—222. — Herkunft. 215. — Bewegende Kräfte. 216. — Ursprüngliche Gestalt der Juratafel. 218. — Tektonische Lagerungsskizze. 219. — Alter der Sattelbildung in den Gräben. 220.

Die Längsbrüche des Kettenjuras. 222—223. — Aus älteren Verwerfungen hervorgegangen? 224.

Seite

Schiefwinkelig hindurchsetzende Brüche im Kettenjura. 224. — Entstehung derselben vor der Faltung. 226. — Bedeutung für die Klusenfrage. 224. — Für die Erklärung der Klippenbildung. 226.
Die Eptinger Dogger-Malmüberschiebung. 226.
Das Wesen der Stauungsvorgänge. 227. — Erklärung mit Hilfe der Abscheerungstheorie und unter Berücksichtigung der Entlastung durch Erosion. 227. — Phasenverschiebung der Faltung. 228.
Vier Typen blattförmiger Querstörungen im Faltengebirge. 231.
Schluß 232

Einleitung.

Im Basler Juragebirge begegnen sich Schwarzwald und Alpen. Aus der Vereinigung dieser beiden Gebirge, aus ihrer Mischung gewissermaßen, geht der Jura hervor.

Halten wir bei klarer Luft Umschau von irgendeinem der höheren Juragipfel, so entwickeln sich zu unseren Füßen die schmalen, langen Ketten des Gebirges, auf dem wir stehen, der fernere Horizont aber wird im Norden durch die blauen, gerundeten Rücken des Schwarzwaldes, im Süden durch die weiße Zackenmauer der Alpen geschlossen.

Aber diese rein äußerliche Lagebeziehung ist nicht die einzige Tatsache, die uns berechtigt, das Verhältnis der drei Gebirge so zu formulieren, wie oben geschehen ist. Wir können tiefer gehen:

Schon die Landschaft des Juragebirges nämlich scheint gerade ihr so eigenartiges Gepräge vorwiegend durch die Vereinigung von Charakterzügen des deutschen Mittelgebirges, insbesondere des Schwarzwaldes, mit solchen zu erhalten, die wir als bezeichnend für alpine Gebirge ansehen.

Mit den Alpen teilt der Jura die Gliederung in lang hingezogene Bergketten, die überwiegend nach einer Richtung ausgedehnt, durch den regelmäßigen Wechsel von Kämmen und Längstälern ausgezeichnet sind. Alpin sind am Jura auch die Quertäler, welche die Ketten im tiefen Klusen durchbrechen, um die Wasser des Inneren in die Ebene hinauszuleiten. Wie in den Alpen dringen auf diesen Quertälern die Verkehrswege in das Gebirge ein und steigen in langausgeschweiften Serpentinen auf seine Pässe hin-

auf und über sie in die jenseitige Ebene hinab; oder die Eisenbahn durchbricht hier wie dort den letzten Hauptkamm im Tunnel.

Alpin sind am Jura auch die schroffen Formen der Berge, die steilen, jähen Anstiege, die nadelspitzen Gipfel und die große Zahl schroffer Felswände der Fluhen, die der ganzen Landschaft den Reiz romantischer Wildheit verleihen.

Mit dem Schwarzwald dagegen hat der Jura die Größenverhältnisse gemeinsam. In die gleichen Höhen etwa, wie die meisten Berge des Schwarzwaldes ragen auch seine Gipfel hinauf, und übereinstimmend ist demnach auch der Pflanzenwuchs, den Mensch und Natur dem Gebirgskörper umgelegt haben: Reiche Wälder auf den Höhen, Viehweiden in den Mulden und über die Hänge, Feldbau an den tiefen Sockeln der Berge und in den breiteren Talböden.

In so mäßigen Proportionen die sonst riesigen alpinen Formen entwickelt zu sehen, ist vielleicht der Umstand, der gerade für das deutsche Auge den besonderen ästhetischen Reiz des Juragebirges ausmacht. Hier bieten sich dem Deutschen diejenigen Formen, die er wegen ihrer Schroffheit, ihrer Lebendigkeit, ihrem immer wechselnden Formenreiz besonders schätzen muß, in Größenmaßen dar, die ihm von Hause aus, d. h. von der deutschen Landschaft her vertraut sind. Das erdrückend Übermächtige alpiner Größe fällt weg und nur das Schöne des Alpinen wird in einer freundlicheren Form dargeboten.

Diese ganz ihm eigentümliche Verschmelzung zweier verschiedener Landschaftscharaktere berechtigt uns vielleicht, den Schweizer Kettenjura ein alpines Mittelgebirge zu nennen.

Wie überall, so erscheint auch hier das Landschaftsbild als der Ausdruck des inneren Baues. Auch die geologische Betrachtung läßt den Basler Jura aus den verschiedenartigen Elementen von Schwarzwald und Alpen zusammengesetzt erscheinen.

Schwarzwäldisch ist an ihm der Stoff, diese gleichen Gesteine der Trias- und Juraformation, die auch den Schwarzwald an seinem Sockel allerseits umlagern und vor Zeiten auch seine Gipfel bedeckt haben; von den Alpen aber empfing der Jura die eigenartige Form, die Anordnung des Materials in langgezogene Falten und Überschiebungen, die dem deutschen Gebirge im allgemeinen fremd sind.

„Auf der Schulter" des Schwarzwaldes, als ein Teil von ihm, liegt ferner der Tafelteil des Basler Juragebirges; in dem hart daranstoßenden Kettenjura dagegen dürfen wir die in den äußersten Norden hinausgesandten Brandungswogen der im Süden hochgehenden alpinen Wellenzüge erblicken.

So stehen wir also im Basler Jura auf der Grenze zweier ganz verschiedener Bezirke. Grenzgebiete aber haben von jeher des besonderen Interesses wert gegolten. Als eine Untersuchung der Grenzverhältnisse zwischen Schwarzwald und Alpen im weitesten Sinne wird sich denn auch im wesentlichen die folgende Arbeit herausstellen, wenn sie sich mit tektonischen Problemen im Basler Juragebirge beschäftigt.

Neu sind solche Untersuchungen in diesem Gebiete nicht mehr. Einzeln finden sich Bemerkungen über die Beziehungen des schwarzwäldischen und des alpinen Systems im Basler Jura in verschiedenen Arbeiten, welche die in Betracht kommenden Gebiete behandeln. F. Mühlberg, v. Huene und A. Buxtorf haben in dieser Richtung Meinungen geäußert, die im folgenden mit berücksichtigt werden sollen. Bekannt aber ist vor allem die Behandlung, die G. Steinmann dieser Frage gegeben hat in seiner „Tektonischen Skizze des mittelschweizerischen Juragebirges". Hier hat er den bedeutenden Einfluß nachgewiesen, den der Oberrheingraben auf die Ausbildung der Juraketten gewonnen hat, und gezeigt, wie die Faltungsketten des Jura in den Rheintalgraben hinein „wie durch ein geöffnetes Tor" weiter nach Norden vorgedrungen sind, als östlich und westlich davon, wo ihnen die höheren Massive von Schwarzwald und Vogesen ein Hindernis entgegengesetzt haben, das die Ketten zurückbehielt und die einfachen Falten zum Teil sogar zu Überschiebungen steigerte.

Ganz ähnliche Vorgänge, nur im kleinen, wird auch die folgende Arbeit behandeln, wenn sie sich mit einer Erörterung der Beziehungen zwischen Tafel- und Kettengebiet im Basler Juragebirge beschäftigt.

Der Tafeljura repräsentiert uns hierbei das schwarzwäldische System, das charakterisiert ist durch das Vorwiegen alttertiärer Verwerfungen; als Vertreter alpiner Tektonik dagegen erscheint der Kettenjura, in welchem Faltungserscheinungen die bestimmende Rolle spielen.

Rein entwickelt stoßen diese beiden entgegengesetzten Prinzipien nur in einem Gebiete zusammen, das etwa die weitere Umgebung des bekannten Hauensteintunnels ausmacht. Daher ist diese Gegend zu einer prinzipiellen Untersuchung solcher Fragen besonders geeignet. Ein zweiter günstiger Umstand kommt hinzu: Auch die meisten geologischen Spezialaufnahmen liegen gerade aus dieser Gegend vor.

Die ersten dieser Art sind die Kartierungen der Blätter Liestal und Gelterkinden, die im Jahre 1900 und 1901 durch S. v. Huene und A. Buxtorf erfolgt sind (siehe Literaturverzeichnis!). Durch diese beiden Karten ist uns ein größeres rechteckiges, ostwestlich gestrecktes Stück des mittleren Tafeljuras bekannt geworden. Als wesentlichste tektonische Eigenschaft dieses Gebietes sind die zahlreichen N.—S. bis NO.—SW. gerichteten Verwerfungen des Tafeljuras zu bezeichnen.

Wenige Jahre später erfolgten von Freiburg aus[1] Aufnahmen in den südlich gegenüberliegenden Teilen des Kettenjuras, in der Gegend von Hauenstein und Eptingen. Diese ergaben ein sehr unregelmäßiges und kompliziertes System von Falten, Schuppen und Überschiebungen, dessen Probleme aus sich nicht vollkommen zu klären waren.

Zwischen diesen beiden kartiert vorliegenden Gebirgsstücken blieb ein schmaler, langer Streifen frei. Dieser erstreckte sich von Niederdorf-Hölstein im Frenkental nach Osten bis in die Gegend von Rünenberg-Häfelfingen, grenzte nördlich an die Blätter Liestal und Gelterkinden, südlich an den Überschiebungs- oder Faltungsrand des Kettenjuras an.

In diesem noch unbekannten Gebiete aber mußte gerade die so interessante Vereinigung der beiden Störungssysteme stattfinden. Eine Bearbeitung dieses Gebietes versprach also Licht zu schaffen für eine Reihe von Fragen, welche jedes der beiden Systeme für sich und welche die Erscheinungen auf ihrer Vereinigungszone betrafen[2].

Zu einer Spezialuntersuchung des fraglichen Bezirkes und zur

---

[1] Siehe die Arbeiten von J. T. Mandy, J. B. Celliers und L. de Villiers im Literaturnachweis.

[2] Auf das Problem, das hier vorlag, hat A. Buxtorf mit aller Klarheit hingewiesen. Ecl. geol. helv. 6. p. 177 Mitte; Beitr. geol. Karte d. Schweiz. 41. 1901. p. 99 unten.

Verfolgung der anschließenden, so interessanten Probleme angeregt worden zu sein, verdanke ich Herrn Prof. Dr. Deecke, meinem hochverehrten Lehrer in Freiburg.

Seiner überaus freundlich entgegenkommenden Unterstützung hatte ich mich auch bei der Aufnahme im Felde und bei der weiteren Bearbeitung und schriftlichen Fassung der Ergebnisse jederzeit zu erfreuen.

Die Kartenaufnahme habe ich im Frühjahr und Herbst der Jahre 1907 bis 1909 vorgenommen und im ganzen dreieinhalb Monate darauf verwandt.

Ein vorläufig abgeschlossener Teil mit Karte wurde im Sommer 1908 der philosophischen Fakultät der Universität Freiburg im Breisgau mit Erfolg als Preisschrift eingereicht. Es war folgende Preisaufgabe gestellt worden: „Es soll untersucht werden, inwieweit der Bau des Basler Tafeljuras die Überschiebungszone des Hauensteingebietes beeinflußt hat." Am 21. Dezember 1908 habe ich die wesentlichen Ergebnisse in einem geologischen Kolloquium von Basel und Freiburg in Freiburg mündlich mitgeteilt.

Ich hebe diese beiden vorläufigen Veröffentlichungen deshalb hervor, um meine Unabhängigkeit von Untersuchungen zu erweisen, die zurzeit von anderer Seite über den gleichen Gegenstand in Aussicht stehen[1]. Die Rücksicht auf diese bevorstehende Spezialkarte hat auch die Auswahl und Behandlung des Stoffes in meiner Arbeit nachhaltig beeinflußt.

Nur aus diesem Grunde verzichte ich auf Veröffentlichung einer geologischen Karte des südlichen Tafeljuras im Originalmaßstab (1 : 25 000). Deshalb beschränke ich auch die stratigraphischen Beschreibungen auf das zur Tektonik notwendige und gebe nur dem Tertiär etwas breiteren Raum. Aus diesem Grunde habe ich endlich den Schwerpunkt der Arbeit auf den tektonischen Teil verlegt, und zwar speziell auf die über das neu aufgenommene, engere Gebiet hinausgreifenden Untersuchungen über die tektonischen Beziehungen zwischen Tafel- und Kettenjura und auf die Verfolgung der Gebirgsbildungsvorgänge in der Tertiärzeit.

Die Arbeit gliedert sich danach in die nachstehenden Abschnitte:

---

[1] Siehe Dr. F. Mühlberg, Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Aarau. Aarau, November 1908. p. 2. Vorwort der geologischen Kommission.

I. Beschreibender Teil { Topographie, Stratigraphie, Tektonik } des Spezialgebietes.

II. Theoretischer Teil { Tektonische Gesamtbetrachtung. Theoretische Anmerkungen. Schluß.

Dem Schluß ist, um das Verständnis der Arbeit zu erleichtern, eine ausführliche Inhaltsangabe eingefügt.

An zeichnerischen Beigaben gehören dazu:

1. Eine tektonische Übersichtskarte des Basler Juragebirges. 1 : 50 000.
2. Sechs Profile durch den südlichen Basler Tafeljura. 1 : 25 000.
3. Eine tektonische Beeinflussungsskizze. 1 : 100 000.
4. Eine schematische Erläuterung der Lagerungsverhältnisse an der Hasenhügelverwerfung bei Buckten; und
5. Eine tabellarische Zusammenstellung der Tertiärbildungen.

Diesen Beilagen sind gesonderte Erklärungen angefügt.

Zeichenerklärung für den Text:

Die Lokalitäten auf der topographischen Karte habe ich in der Spezialbeschreibung vielfach dadurch fixiert, daß ich in Klammer die Abstände vom Nord- bezw. Ost- oder Westrande des betreffenden Blattes angab. Dabei bedeutet H. = Hölstein, L. = Läufelfingen, die erste Zahl den Abstand vom gemeinsamen Nordrande der beiden Blätter, die zweite den Abstand von der Grenze derselben gegeneinander, also bei L. von dem West-, bei H. von dem Ostrande; alles in Millimetern.

Literaturverzeichnis.

Ich kann mich auf die Zitierung derjenigen wichtigsten Arbeiten beschränken, auf die ich im Text häufig zurückkommen muß. Die ausführlichen Literaturangaben in No. 1, 4, 6, 20 und 21, und in Rollier's Bibliographie géologique de la Suisse (Beitr. zur geol. Karte der Schweiz. **29.** Bern 1907) würden ein vollständiges Verzeichnis zur unnötigen Wiederholung machen.

1. A. Buxtorf, Geologie der Umgebung von Gelterkinden im Basler Tafeljura. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. **41.** 1901.
2. — Über vor- oder altmiocäne Verwerfungen im Basler Tafeljura. Ecl. geol. Helv. **6.** I. 1900.

3. A. Buxtorf, Zur Tektonik des Kettenjuras. Ber. XL. Vers. Oberrh. geol. Ver. Lindau 1907.
4. J. B. Celliers, Geologische Untersuchungen in der Umgebung von Eptingen, Basel-Land. Freiburg i. Br. 1907. Inaug. Diss.
5. F. v. Huene, Geologische Beschreibung der Gegend von Liestal im Schweizer Tafeljura. Verh. Naturf. Ges. Basel XII. 1900.
6. J. T. Mandy, Geologische Untersuchungen in der Umgebung des Hauensteintunnels, Schweizer Jura. Freiburg im Breisgau. 1907. Inaug.-Diss.
7. C. Mösch, Der Aargauer Jura und die nördlichen Gebiete des Kantons Zürich. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. **4**. 1867.
8. — Der südliche Aargauer Jura und seine Umgebungen. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. **10**. 1874.
9. F. Mühlberg, Kurze Skizze der geologischen Verhältnisse des Bötzbergtunnels, des Hauensteintunnels etc. Mitt. Aarg. Naturf. Ges. V. Heft. 1889.
10. — Bericht über die Exkursion der Schweizer geologischen Gesellschaft in dem Gebiete der Verwerfungen, Überschiebungen, Überschiebungsklippen im Basler und Solothurner Jura. Verh. d. Naturf. Ges. zu Basel. **10**. 1892.
11. — Kurze Schilderung des Gebietes der Exkursionen der Oberrheinischen geologischen Gesellschaft vom 22.—24. April 1892, in Jura zwischen Aarau und Olten, und in Diluvium bei Aarau. Ecl. geol. Helv. **3**. 1892—1893.
12. — Geologische Exkursionen in dem östlichen Jura und aargauischen Quartär. Livret-guide 1894. p. 47—64.
13. — Bericht über die Exkursionen V im östlichen Jura und im aargauischen Quartär. Extrait du compte-rendu du congrès géologique internat. p. 406—420. Session 1894. Zürich.
14. — Bericht über die Exkursionen der Schweizer geologischen Gesellschaft in das Grenzgebiet zwischen dem Ketten- und dem Tafeljura, in das aargauische Quartär, und in den Lägern. Ecl. geol. Helv. **8**. 1901—1902.
15. — Zur Tektonik des Nordschweizerischen Kettenjura. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XVII. 1903.
16. — Geologische Karte der Lägernkette. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. 1901.
17. — Geologische Karte des unteren Aare-, Reuß- und Limmattales. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. Spezialkarte No. 31. 1904.
18. — Geologische Karte der Umgebung von Aarau. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. Spezialkarte No. 45. 1908.
19. E. Schaad, Die Juranagelfluh. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. 52. 1908.
20. G. Steinmann, Über die tektonischen Beziehungen der oberrheinischen Tiefebene zu dem nordschweizerischen Kettenjura. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. B. **6**. p. 150.

21. A. Tobler, Tabellarische Zusammenstellung der Schichtenfolge in der Umgebung von Basel. Basel 1905.
22. L. de Villiers, Geologische Untersuchungen in der Umgebung von Eptingen und Läufelfingen. Freiburg i. Br. 1907.

Karten.

Blatt VIII der Dufour-Karte, geologisch koloriert von C. Moesch und F. J. Kaufmann. 1861. 1:100000.
Karte vom Kanton Basel, entworfen von A. Kundig, geologisch aufgenommen und dargestellt von Dr. A. Müller in Basel. 1862. 1:50000.
Geotektonische Skizze der nordwestlichen Schweiz, 1:250000, von Prof. Dr. F. Mühlberg. Livret-guide géologique. 1894. Pl. VI.
Geologische Übersichtskarte von Württemberg und Baden etc. bearb. von C. Regelmann. 1:600000. 1907.
Topographische Karte der Schweiz in 1:25000 (Siegfriedatlas); Blätter Hölstein und Läufelfingen.

Topographische Übersicht.

Das gesamte zu berücksichtigende Gebiet zerfällt, wie erwähnt, in ein Stück Tafel- und ein Stück Kettenjura und wird, von den südlichsten Ketten abgesehen, die zum Flußgebiet der Aare gehören, durch die Ergolz über Liestal zum Rheine entwässert.

Der durch die zitierten Arbeiten bekannt gewordene Ausschnitt des Kettengebietes umfaßt die Orte Oberdorf, Langenbruck, Trimbach, Hauenstein, Läufelfingen; in seiner Mitte liegt das Bad Eptingen. Er wird westlich durch das Waldenburger Tal, südlich durch die willkürlich gezogene Linie Langenbruck—Trimbach und östlich durch den Wiesenberg bei Läufelfingen begrenzt.

Seine Nordgrenze fällt mit der Südgrenze des Tafeljuras zusammen. Bei der Kartierung desselben habe ich mich im Westen und Osten an die gleichen Grenzen gebunden, die Linie Waldenburg—Lampenberg und den Meridian des mittleren Wiesenberges; die Nordgrenze war durch die Grenzen der Kartenblätter Hölstein und Läufelfingen gegeben, da die nördlich anstoßenden, Liestal und Gelterkinden, bereits in den genannten Arbeiten kartiert vorlagen. Mein Gebiet stellt also einen von Westen nach Osten 10 km langen Streifen des Tafeljuras dar und wird von den Tälern der vorderen Frenke mit dem Dorfe Hölstein, des

Diegter Baches mit Diegten und Tenniken und des Homburger Baches mit Buckten und Rümlingen und von ihren Nebentälern durchschnitten und in einzelne Plateaustücke zerlegt; nach den Ortschaften, die sie tragen und ernähren, kann man diese Hochebenen als diejenige von Lampenberg, von Bennwil, von Känerkinden-Wittinsburg und von Häfelfingen-Rünenberg bezeichnen. Die letztere ist die östlichste und höchste, die von Lampenberg die westlichste; das Bennwiler Plateau ist das tiefste und liegt so niedrig, daß es bei Bennwil fast mit der Talsohle zusammenfällt.

Alle vier Tafelstücke fallen deutlich und gleich stark nach Süden ein.

Denken wir uns gleichzeitig die durch die Böden der eingeschnittenen Täler bestimmte, fast ebene Fläche vervollständigt, so liegt das Gelände zwischen einer von Norden nach Süden n i e d e r sinkenden, der Plateauebene und einer in der gleichen Richtung a n s t e i g e n d e n, der Talebene.

Im Norden sind daher die Talränder am höchsten, die Wände am steilsten; am Südrande schneiden sich beide Ebenen beinahe, die Niveauunterschiede sind minimal, besonders im westlichen Teil.

An Stelle der zu erwartenden völligen Vereinigung beider Ebenen ist ihnen die Mauerwand der nördlichsten Kette aufgesetzt.

Stratigraphie.

Die Schichten meines Gebietes gehören der mittleren und oberen Juraformation, dem Tertiär und Diluvium an.

Die J u r a s c h i c h t e n sind in den nächstangrenzenden Nachbargebieten sehr ausführlich behandelt worden und in größeren Zügen schon länger durch die älteren Übersichtsarbeiten bekannt.

In meinem Gebiete fehlen Aufschlüsse, die größere Schichtenkomplexe zugleich umfaßten, entsprechend den geringen Niveauunterschieden des Geländes, fast völlig.

Daher habe ich auf eine ausführliche Bearbeitung dieser Schichten ganz verzichtet und kann mich im folgenden darauf beschränken, auf die Fossilfundpunkte in den verschiedenen Horizonten hinzuweisen und etwa noch die Bedeutung der Gesteine für die Tektonik und Kartierung kurz zu streifen.

Die tiefsten erschlossenen Schichten gehören der *M u r c h i s o n a e*-Z o n e der mittleren Juraformation an. Eine reiche Fossilausbeute besonders an Harpoceraten hat mir ein Punkt

auf der Grenze zwischen Blatt Liestal und Hölstein geliefert, wenige Meter östlich der Kirche von Tenniken, am Waldwege nach Hof Altberg hinauf. Die Scholle, der dieser Aufschluß angehört, ist die tektonisch höchste des Gebietes. An anderen Punkten tauchen so tiefe Schichten nicht über den Talboden heraus.

Die *Sowerbyi*- und *Sauzei*-Schichten kommen in der Fortsetzung des eben genannten Punktes an demselben Waldwege gleichfalls hier und da zur Beobachtung, jedoch meist durch Schutt von Hauptrogenstein verdeckt. Ferner an folgenden beiden Punkten: Im Süden von Tenniken mehrfach an der Landstraße nach Diegten und durch diese angeschnitten. Südlich Station Sommerau, am Nordabhang der Weidhalde (L. 6—100).

Der braunrote Eisenoolith der *Humphriesanus*-Zone liefert, überall wo er heraustritt, zahlreiche Fossilien.

Westlich Hof Altberg bei Tenniken (L. 4—0).
Landstraße Tenniken—Diegten.
Südlich Station Sommerau, Nordabhang der Weidhalde (L. 6—100).
Rümlingen, südlichstes Haus des Ortes (L. 55—84).
Im Krintal (Station Sommerau), im Osten der Hinterstückverwerfung (L. 31—131).

Die *Blagdeni*-Schichten, graue, knollenreiche Sandkalke sind von dem sie meist bedeckenden Schutt des hangenden Hauptrogensteins verschiedentlich befreit durch künstliche Aufschlüsse, durch Bachanschnitte oder durch Bergsturz. An einigen Stellen fanden sich die Fossilien in verkieseltem Zustande und ätzfähig.

Hölsteiner Tal, Gipsmühle (H. 0—143).
Straße Tenniken—Diegten.
Rhintal, Bachanschnitte auf der linken Seite (H. 38—24 bis 78—17).
Bachriß bei Hof-Tschatnau (L. 11—84).
Weihermatt südlich Rümlingen, zwei Bachanschnitte (L. 70—85, 75—83).
Katzebach bei Buckten (L. 138—85).
Südöstlich Rümlingen, Nordfuß des Hornberges.
Südlich Station Sommerau, West- und Nordhang der Weidhalde.
Eselfluh im Krintal (L. 24—133).
Linke und rechte Seite des Krintales.

Die größte Verbreitung und tektonische Bedeutung besitzt der Hauptrogenstein. Als eine 80 m mächtige Folge harter, widerstandsfähiger Kalkbänke bestimmt er überall den

landschaftlichen Charakter. Da der Rogenstein allenthalben natürliche Steilabstürze bildet und gleichzeitig an allen geeigneten Stellen im Steinbruchsbetrieb aufgeschlossen ist, so ist ein Hinweis auf besondere Entblößungen überflüssig. Nur sei kurz darauf aufmerksam gemacht, wie leicht der Rogenstein des mittleren Doggers mit petrographisch ähnlichen Gesteinen des mittleren Malms verwechselt werden kann[1].

Die den Hauptrogenstein unmittelbar überlagernden *Maxillata*- und *Ferrugineus*-Schichten sind in manchen Rogensteinbrüchen noch mit erschlossen und können an ihrem oberen Rande ausgebeutet werden, z. B. westlich Hof Eich (L. 78—119), sonst ist man bei diesen mergeligen und wenig mächtigen Horizonten auf Sammeln in den Feldern angewiesen.

Ähnliches gilt von den *Varians*-Schichten. Doch sind diese auch an mehreren Stellen in guten Aufschlüssen zugänglich. Am besten wohl unmittelbar hinter Hof Eich bei Häfelfingen (L. 75—125), wo der gleiche Aufschluß die *Macrocephalus*-Kalke mit umfaßt. Weitere Fossilfundpunkte (zum Teil sehr reich) sind:

Buckten, östlich der Bahnüberführung am Wege nach Häfelfingen (L. 112—83).
Buckten, westlich, im Galgenacker (L. 123—60).
Unterfur bei Wittinsburg (L. 9—53).
Westlich von Tenniken, zwischen Hof Hägler und Grund.
Westlich Mitteldiegten, Dorfstraße (H. 108—32).
Auf den vorderen Plateauründern im Osten des Hölsteiner Tales.
Bei Lampenberg.

Der einzige brauchbare Aufschluß in den *Macrocephalus*-Schichten ist der schon erwähnte hinter Hof Eich bei Häfelfingen (L. 75—125), ferner war das Gestein dieser Zone im Jahre 1908 durch einen Hausbau bei Mitteldiegten reichlich ausgeworfen (H. 108—32).

Die weichen Ornatenton e können ihrer Gesteinsbeschaffenheit zufolge nur durch Zufall einmal günstig freigelegt werden. Dies ist seit zwei Jahren im Norden von Hof Sonnenberg bei Känerkinden der Fall (L. 72—35). Durch eine, jetzt leider beendigte Brunnengrabung wurden dort reichliche Mengen des

[1] Aus einem Falle von Ratlosigkeit in dieser Richtung hat mir Herr Dr. Leuthardt in Liestal in liebenswürdiger Weise herausgeholfen.

Tones mit einer großen Anzahl wohlerhaltener Pyritammonitchen und kleiner Belemniten zutage gefördert. Das offen liegende und der Verwitterung ausgesetzte Material ermöglicht noch jetzt eine günstige Ausbeute. Weniger gut ist ein durch Erosion geschaffener Aufschluß WNW. Hof Wüstmatt bei Wittinsburg (L. 47—13). Auch an dem erwähnten Hausbau in Mitteldiegten waren einige Fossilien zu erbeuten.

Befanden wir uns an den bisher erwähnten Punkten in den verschieden hohen Stufen der Doggerhorste, so müssen wir die weiter folgenden Malmschichten zumeist in den grabenförmig versenkten Schollen aufsuchen.

Die fossilreichen Birmensdorfer Kalke sind am besten unmittelbar nördlich Hof Helgenweid bei Hölstein (H. 9 bis 152) zu studieren. Weniger gut sind sie bloßgelegt bei

Hof Wüstmatt (L. 48—14).
Hopfrüti bei Oberdiegten (H. 158—39).

In den echten Birmensdorfer Schichten von Hof Helgenweid fand ich mehrere macrocephale Ammoniten. Dieser Fund verdient besondere Erwähnung, weil die Gattung *Macrocephalites* aus den Birmesdorfer Schichten bisher noch unbekannt war. Die Gattung wird genannt aus dem Callovien, für das sie leitend ist (*Macrocephalus*-Zone), aus dem Sequan-Kimmeridge von Madagaskar[1] und aus den jüngeren Spitischiefern des Himalaya[2]. Tornquist[3] beschreibt zwei Arten aus dem Terrain-à-chailles von der Schweiz und Elsaß[4]. In den Birmensdorfer Schichten des erwähnten Fundpunktes fand ich bis jetzt drei mehr oder weniger vollständige Stücke (allerdings ohne Wohnkammer) und zahlreiche Bruchstücke. Die Stücke scheinen zwei verschiedenen Arten anzugehören. Von *Macrocephalites macrocephalus* unterscheiden sie sich durch schmäleren Rücken, bedeutend höhere Mündung und engeren Nabel. Eine genaue Beschreibung der erst ganz vor kurzem gemachten Funde ist noch vorzunehmen.

---

[1] Paul Lemoine, Bull. Soc. géol. de France. 1905. p. 580.

[2] Ebenda.

[3] Über Macrocephaliten in Terrain-à-chailles. Abh. schweiz. pal. Ges. **21**. 1894.

[4] Diese Hinweise verdanke ich der Freundlichkeit von Herrn Prof. Boehm in Freiburg.

Die Effinger Mergel liegen wegen ihrer Unfruchtbarkeit vielfach auf weite Strecken offen an der Oberfläche oder sind auf andere Weise in den Grabengebieten, die sie erfüllen, reichlich erschlossen.

Noch höhere Schichten des weißen Jura, Geißberg-, *Crenularis*- und Wangener- bezw. St. Verena-Schichten sind auf den Westen des Gebietes beschränkt. Eine Ausnahme bildet nur eine kleine Partie, die sich im Osten von Niederdiegten von Gießen—Stammbach bis Wellenbuch hinaufzieht und zum Teil von tertiärem Süßwasserkalk bedeckt wird.

Im übrigen haben diese Schichten ihre Hauptentwicklung in der Umgebung des mittleren Hölsteiner Tales, wo sie in den tief versenkten Grabengebieten in großer Mächtigkeit und Ausdehnung auftreten. Die steil abstürzende Hochfläche im Osten von Lampenberg ist fast ganz aus den harten Kalken dieser Horizonte aufgebaut. Hier finden sich auch gute, fossilreiche und umfassende Aufschlüsse:

Rebgaß, Fahrstraße Hölstein—Hof Gugen (H. 67—165 bis 55—159).
Zwischenfluhgraben bei Niederdorf (H. 109—195).
Steinbruch im „Stolten“ bei Niederdorf.
Lampenberg, Ostseite des Dorfes.
Talbachtal und Ramstelbachschlucht zwischen Station und Dorf Lampenberg.

Das Auftreten der Juragesteine im Gelände und die Verwertung desselben für die Erkennung der Tektonik ist wesentlich folgende.

Im größten Teile des Gebietes spielt der harte und mächtige Hauptrogenstein die aktive Rolle. Er bildet Hochflächen, die ringsum steil zu den Tälern abstürzen. Die Abstürze sind dicht mit reichem Buchenwald bedeckt. Neben dieser harten Gesteinstafel treten die tieferen und höheren Schichten durch ihre fast durchweg tonig weiche Konsistenz ganz zurück. Der untere Dogger bildet unter den Rogensteinsteilwänden sanftere, meist von oben überschüttete Hänge. Wo diese durch ein Gewässer angeschnitten werden, besteht die Neigung zur Unterschneidung der Rogensteintafel und Erzeugung von Bergstürzen. Der obere Dogger liegt mit rasch zurückfliehendem Profil sanft auf den Tafeln des Rogensteins und ermöglicht dort einen sehr ergiebigen Ackerbau. In den südlichsten Teilen des Gebietes schließt sich ihm der untere Malm

an. Im übrigen aber tritt dieser nur durch Grabenbrüche zwischen Dogger versenkt auf. Aus weichen Mergeln bestehend und meist baumlos oder nur mit dürftigem Kiefernwald bedeckt („Wüstmatt, Dürrenhügel"), tritt er dann zu den angrenzenden Horststücken des Rogensteins, die sich aus dem Gelände wohl bewaldet herausheben, in scharfen Gegensatz. Meist ist dieser Kontrast so deutlich, daß er schon aus dem Landschaftsbilde, ja aus der topographischen Karte die ihn bedingenden Störungslinien herauszulesen gestattet.

Im westlichen Teile des Gebietes spielen die Sequankalke ihrer Gesteinsverwandtschaft zufolge eine ganz ähnliche Rolle, wie der Hauptrogenstein. Wo beide nebeneinander treten, wird der innere Bau im äußeren Bilde verwischt.

Von viel größerem Interesse als die Juraschichten sind die Ablagerungen der

Tertiärzeit [1].

Denn erstens unterliegen diese dem bekannten lebhaften Faziswechsel, der so rasch ist, daß trotz der großen Zahl verschiedenaltriger Bildungen durchgehende Horizonte zu den Seltenheiten gehören; zweitens fällt der Absatz der Tertiärschichten auch hier mit einer Zeit beständiger Bodenbewegungen zusammen. Auf einer mehrfach tektonisch umgeformten Unterlage abgesetzt, bilden deshalb diese Sedimente den unentbehrlichen Z e i t m e s s e r für die Vorgänge der Gebirgsbildung.

Zur Gliederung des Tertiärs habe ich Fossilführung, Gesteinsbeschaffenheit und Lagerung nach Möglichkeit in gegenseitiger Verbindung heranzuziehen versucht.

Die Fossilführung diente vorwiegend zur Parallelisierung mit auswärtigen Tertiärbildungen. Die Gesteinsbeschaffenheit habe ich nur innerhalb der Grenzen meines Gebietes verwandt. Hier aber, auf so kleinem Raume glaubte ich, bei sonst günstigen Umständen, gleichen Gesteinen auch gleiche Entstehungszeit zuschreiben zu dürfen.

Die Lagerung endlich konnte einmal in der gewöhnlichen Weise benutzt werden, wenn unbekannte Schichten in gesichertem stratigraphischem Verbande zu bekannten in Beziehung traten. Außerdem aber sind Lagerungsverhältnisse im vorliegenden Ge-

[1] Hierzu eine „Tabellarische Zusammenstellung der Tertiärbildungen".

biete noch in einer anderen Weise verwertbar. Denn, wie im tektonischen Teile näher auszuführen sein wird, haben wir in diesem Gebiete des Tafeljuras zwei durchgehende Vorgänge zu berücksichtigen, die auf die Lagerung vom nachhaltigsten Einflusse waren: erstens die Bruchbildung im älteren Tertiär und zweitens die darauf folgende Abrasion der höheren Schichten und Schaffung einer stratigraphisch sehr bunten Oberfläche, die mit dem mittleren Miocän ihren Abschluß erreichte. Ob nun gewisse tertiäre Schichten v o r oder n a c h diesen Vorgängen gebildet wurden, wird aus ihrer Lagerung in den meisten Fällen mit verhältnismäßiger Leichtigkeit zu ermitteln sein. So stellen uns also diese beiden, zeitlich ziemlich genau fixierten durchgreifenden Ereignisse ein vorzügliches Mittel zur stratigraphischen Gliederung dar. Diesen Vorzug besitzt das vorliegende Gebiet gegenüber der östlichen Nachbarschaft, in der Brüche fehlen, gegenüber der nördlichen, in der das Tertiär nur spärlich entwickelt ist und gegenüber der westlichen und südlichen, in der jene ältere Störungsphase mit einer jüngeren in verwirrender Weise kombiniert ist.

Die Tertiärschichten des Gebietes weisen sich zur überwiegenden Mehrheit als Niederschläge aus stehendem oder bewegtem S ü ß w a s s e r aus. Die einzige M e e r e s bildung liegt ungefähr in der Mitte; sie gehört dem Mittelmiocän an und zerschneidet die tertiäre Schichtenserie in eine obere, jungtertiäre und in eine untere alttertiäre Abteilung.

Die durchgehende Verbreitung dieses Horizontes macht ihn zur Altersgliederung sehr geeignet. Die Einteilung wird dadurch noch natürlicher, daß anscheinend nur wenig u n t e r dieses Grenzlager, wie gezeigt werden soll, die Epoche stärkster tektonischer Bewegungen im Tafeljura zu legen ist.

So fallen demnach alttertiäre und mitverworfene und anderseits jungtertiäre und ungestörte Schichten zusammen.

Der Beginn der Tertiärzeit wird hier, wie im ganzen Jura angezeigt durch das Auftreten von B o h n e r z.

Die bekannten Brauneisensteinkonkretionen kommen regelmäßig zusammen vor mit Jaspisknollen aus den *Crenularis*-Schichten des mittleren Malm, mit Kieselknollen aus den Nattheim-Wettinger Schichten, mit Quarzkörnern in wechselnder Größe und mit rotgefärbten Tonen, in denen sie meist eingebettet liegen. Das heißt also, wir haben diejenigen Substanzen vor uns, die zurück-

bleiben, wenn eine aus verschiedenartigen Gesteinen zusammengesetzte Festlandsoberfläche durch das Sieb einer lange dauernden Verwitterung hindurchgegangen ist. Diese Festlandszeit fällt für den östlichen Jura in die Kreideperiode; das Eocän scheint darauf die Einschichtung der entstandenen Bildungen besorgt zu haben.

Überall liegen außerdem diese Substanzen in einem mehr oder weniger groben Konglomerat, dessen Komponenten dem nächsten Untergrunde, Malm, entstammen und zum Teil nur ganz wenig gerundet sind.

Etwas abweichend von der Regel treten in meinem Gebiete die Bohnerze an fast allen Punkten in sehr enge Verbindung zu Süßwasserkalken. Diese erscheinen als Teig, in dem die Bohnerzkonglomerate liegen, als Überrindung der Komponenten oder auch als selbständige Bildung, welche die Bohnerzformation überlagert und mehr oder weniger zahlreiche Komponenten aus ihr umschließt.

In meinem Gebiete finden sich Bohnerze an folgenden Punkten:

Nördlich Hof Gieß (W. Känerkinden) (L. 95—17) auf Effinger Schichten.
Stammbach östlich Mitteldiegten (H. 95—5) auf *Crenularis*-Schichten.
Bauflen östlich Oberdiegten (H. 143—16).
Ei, südwestlich Oberdiegten (H. 150—36).
Hornet bei Bennwil (H. 175—104) auf Effinger Schichten.

Die drei letzten Punkte werden schon von den Bearbeitern der Gebiete, auf deren Nordgrenze sie liegen, genannt.

Daß diese eocänen Schichten nirgends ältere, als Weißjurahorizonte berühren, läßt die geringe Tiefe der Erosion zu jener Zeit erkennen. Daß sie jedoch innerhalb der Malmformation in verschiedenen Etagen auftreten und z. B. im weiteren Westen auf noch höheren Malmzonen nicht mehr erhalten sind, beweist anderseits, daß gewisse nicht unbedeutende Gelände- und Erosionsunterschiede schon damals bestanden.

Der Kürze halber beschreibe ich zunächst die den verschiedenen Vorkommen gemeinsamen Merkmale, um sodann die Besonderheiten der einzelnen Fundpunkte ganz kurz behandeln zu können.

Anscheinend überall beginnt die Bohnerzbildung auf der Malmunterlage mit einem außerordentlich groben Konglomerat. Die Komponenten, die zum größten Teil der unmittelbaren Nachbar-

schaft entnommen sind, überschreiten zum Teil Kopfgröße (bei „Ei" kommen halbmeterdicke Effinger Blöcke vor), so daß ein ganz allmählicher Übergang vom anstehenden Malm zu dem eigentlichen Bohnerzkonglomerat entsteht und man streckenweise nicht weiß, was man auf der Karte eintragen soll. Zunächst lockert sich (das folgende ist besonders deutlich bei Ei SW. Diegten zu beobachten) der Malmkalk durch Kluftbildung ein wenig auf und in die Klüfte dringen feine Gänge von Bohnerz und quarzführendem, rotem Tone ein. Die Auflockerung nimmt zu, bis die Kalkblöcke ganz aus ihrem ursprünglichen Verbande herausgelöst und in reichlichere Mengen des Tertiärmaterials eingebettet werden. Nach oben sinkt dann die Größe der Kalkkomponenten immer mehr und nähert sich derjenigen der übrigen Teile, gleichzeitig ändert sich das Mengenverhältnis fortschreitend zugunsten der durchschnittlichen Bohnerzbestandteile. Wenn Süßwasserkalk hinzutritt, können die allothigenen Beimischungen allmählich so weit zurücktreten, daß endlich in den obersten Lagen ein reiner gelber, weißer, roter oder buntgefleckter Süßwasserkalk entsteht. Mit dem Bohnerz- und Basalkonglomerat ist derselbe durch alle Zwischenstufen verbunden, dadurch, daß er von einem kaum wahrnehmbaren Bindemittel des Konglomerates zu einer Art Grund- und Einbettungsmasse und endlich zu einer selbständigen Bildung mit spärlichen oder ganz fehlenden Einsprenglingen aufsteigt.

Das Bohnerzvorkommen im Norden von Hof Gieß bei Känerkinden scheint früher sehr reich gewesen zu sein, da es in älterer Zeit Gegenstand des Abbaus gewesen ist. Schutthalden sind noch heute als Spuren davon erhalten. Über die natürliche Lagerung ist aber infolgedessen nichts zu sagen. Heute finden sich die Bohnerzknollen spärlich und regellos über den Effinger Boden im Walde verteilt; ferner kann man sie noch in einer Schutthalde sammeln, die dem aufgelassenen Abbau entstammt. Der Schutt besteht aus kopfgroßen mehr oder weniger abgerollten Blöcken von Effinger, Geisberg- und *Crenularis*-Kalken, aus massenhaften Nattheimer Kieselknollen mit Fossilien; diese sind wegen ihrer Härte kaum kantengerundet; sehr häufig sind ferner bis innen hinein durch Eisen gebräunte Jaspisknollen der *Crenularis*-Zone und endlich übriggelassene Bohnerze.

Die gleichen Gesteine finden sich auch als Komponenten eines weniger groben Kieses, der in nächster Nachbarschaft im Wald-

rande in einer kleinen Grube erschlossen ist. Die Größe der Gerölle geht über 8 cm selten hinaus. Man glaubt es hier im ersten Augenblick mit Juranagelfluh zu tun zu haben[1]. Die nähere Untersuchung zeigt aber bedeutende Unterschiede.

Die Gesteinszusammensetzung weicht nämlich ab. In wohl abgerollten Stücken kommen nur vor Gesteine des weißen Jura, Jaspisknollen, Bohnerze und Kieselknollen (Kanten gerundet), also die Gesteine des Bohnerzkonglomerates. Hauptrogenstein, der im Bohnerz fehlt und die Juranagelfluh charakterisiert, ist hier nur durch gänzlich ungerundete Stücke vertreten. Es kann sich also, wenn es nicht auch eine Schutthalde der Bohnerzgrube ist, nur um rezenten Gehängeschutt, der sich aus dem Bohnerzkonglomerat und aus dem dicht jenseits der Verwerfung anstehenden Hauptrogenstein rekrutierte, handeln; vielleicht auch um einen nur wenig transportierten jungen Bachkies, der sein Material aus den gleichen Quellen bezogen hätte. Die Lage in einer tiefen Geländesenkung ist beiden Auffassungen günstig.

Als Beweis für eine junge Verwerfung in der Nagelfluh kann jedenfalls dieses Vorkommen nicht verwertet werden.

Vielleicht gehört zu der Bohnerzformation von Hof Gieß auch der rote Ton, der in der Nähe der genannten Kiesgrube und der alten Bohnerzgrube an dem bewaldeten Fuße der steilabfallenden Langackerhochfläche ansteht; Fossilien wurden nicht darin gefunden.

An der Waldecke „Stammbach" bei Mitteldiegten wurden keine eigentlichen Bohnerze gefunden, sondern vollkommen eckige braune Stückchen von Brauneisenerz, die beim Aufschlagen einen Kern weißlichen Kalksteins zeigen. Dieser geht mit ziemlich scharfer Grenze in die braune Eisenrinde über; außen zeigt diese eine ganz rauhe, durchfurchte, eichenrindenartige Beschaffenheit. Da die Lagerung des spärlichen Vorkommens zwischen Malm und alttertiären Süßwasserkalken eine ähnliche ist, wie bei echten Bohnerzen, wird es sich um eine verwandte Bildung handeln. Der Unterschied bestünde nur darin, daß keine selbständigen Brauneisenkonkretionen gebildet worden wären, sondern

[1] Auch Schaad („Die Juranagelfluh") scheint wesentlich auf Grund dieses Vorkommens, das überdies als Schottermaterial über die Waldwege der Umgebung zerstreut ist, einen Streifen Juranagelfluh auf seiner Karte verzeichnet zu haben, den ich nicht bestätigen konnte (s. unten).

daß sich das Eisenoxydhydrat auf vorhandenen Bruchstücken des zutage liegenden Juragesteines angesetzt hätte.

Das Auftreten bei „Ei" SSW. Oberdiegten zeigt am klarsten die oben allgemein beschriebenen Eigenschaften. Das Bohnerz findet sich dort in und zu beiden Seiten neben dem Fußwege der zum Hofe Hirzen hinaufführt. Das Liegende sind die Effinger Schichten, die nach Süden emporsteigen. Der begleitende Süßwasserkalk erscheint außer als Füll- und Grundmasse des Konglomerates in zwei selbständigen Lagen im Hangenden, die sich durch Farbe und Struktur unterscheiden. Die tiefere Lage (2) ist ein fast rein kalkiges Gestein von lößgelber bis grauweißer Farbe, durchzogen von unregelmäßigen, glasartig durchscheinenden, dunklen Bändern, die ihm ein gestreiftes Aussehen verleihen. Eine höhere Lage (3) ist ein braunroter, knolliger Mergelkalk, der von feinen Calcitadern und Drusen durchsetzt ist. — Die Verteilung bei Ei ist folgende: Von Oberdiegten auf dem nach Süden führenden Fußwege an den Hügel herantretend, bemerkt man zuerst im Wege selbst schlecht erschlossen den braunroten Kalk (Lage 3), 10 m höher erscheint ebenso der weißliche Kalk mit Bänderung und Bohnerz- und Malmkomponenten (Lage 2), und in der Waldecke selbst beginnt das echte grobe Bohnerzkonglomerat. Seine Ausbildungsformen sind am besten an dem Steilhang gegen Osten zu studieren. Das Bohnerz zieht dann, stets in der gleichen Ausbildung als Hangendes der Effinger Schichten, bis nahe zum Fahrweg Hofacker—Hirzen hinauf. Dort kommen darunter die Effinger und unter diesen die Birmensdorfer Schichten heraus. Da die Auflagerung von Bohnerz auf Malm Beobachtung ist, bleibt für die Süßwasserkalke nur die Stellung über dem Bohnerz denkbar. Die nach Norden ziemlich steil einfallende Lagerung stimmt mit derjenigen der jurassischen Unterlage alsdann völlig überein.

Das Bohnerz von Bauflen bei Oberdiegten stand offenbar vor der Erosion des Diegtener Tales mit dem eben beschriebenen in Verbindung. Es ist bereits durch DE VILLIERS beschrieben worden (p. 20 Z. 6 von unten).

Ähnlich in seinem Auftreten, wie dasjenige von „Ei", ist das fünfte Vorkommen von Bohnerz im Norden von Hof Hornet, SO. Bennwil. Die Verbindung mit Süßwasserkalken ist besonders eng. In der obersten Schlucht des vom Hofe Hornet nördlich

nach Bennwil fließenden kleinen Baches finden wir außer normalem Bohnerz zwei über meterdicke Gesteinsbänke, die in senkrechter Lage aus dem Osthange des bewaldeten Bachrisses herausstehen. Diese Stellung steht mit der tektonisch stark gestörten Lagerung aller umliegenden Schichten am Überschiebungsrande im Einklang. Von den beiden Bänken besteht die südliche aus sehr groben, z. T. zerquetschten Geröllen von Effinger Kalk, sowie aus kleineren von Bohnerz und verschiedenen braunen, graublauen und weißlichen, z. T. spätigen Kalkgesteinen, die vielleicht z. T. der *Crenularis*-Zone entstammen. Alle sind fest verkittet durch einen dichten weißen, deutlich lagenförmig struierten, oder durch einen fleischroten, etwas mergeligen Kalk, der mit dunkler roten, kreisrunden Fleckchen bedeckt ist. Die zweite nördliche Bank setzt sich ganz überwiegend aus der fleischroten Varietät des eben beschriebenen Süßwasserkalkes zusammen und umschließt wesentlich kleinere, aber immer noch zahlreiche Gerölle der genannten Gesteine. Bei der Gesamtlagerung der Schichten müssen wir die nördliche Bank als Hangendes der südlichen betrachten und haben dann die gleiche Reihenfolge der Gesteine, wie oben beschrieben.

Außer diesen sicher alttertiären Sedimenten sind im Hangenden (weiter nördlich) noch erhebliche Mengen eines tiefrotbraunen Tones mit Lagen von Knollenkalk verbreitet. Ich habe diese bei den Miocänbildungen beschrieben; ob aber nicht ein mehr oder weniger großer Teil dem mit den Bohnerzen häufig verbundenen „roten Bolus" angehört, vermag ich nicht zu entscheiden. Die stark gestörte Lagerung am Überschiebungsrande erschwert solche Feststellungen erheblich.

Andere alttertiäre Süßwasserkalke (z. T. mit Pflanzenresten).

An verschiedenen Stellen im Tafeljura ist in kleinen Mengen ein Süßwasserkalk anzutreffen, der durch folgende Eigenschaften auffällt. Das Gestein ist sehr dicht und spezifisch schwer, besitzt einen ebenen, sehr glatten Bruch und hat grauweiße, graubraune bis blaßrote Farben, die z. T. regellos, meist aber in dünnen, ziemlich gleichmäßigen Lagen miteinander wechseln und so auf dem Querbruche eine charakteristische feine Bänderung oder Streifung hervorbringen. Wo die Unterlage des Gesteins zu beobachten ist, schmiegt sich diese Streifung derselben parallel an, so daß sie wohl als Schichtung bezeichnet werden darf. Mag

diese petrographische Eigentümlichkeit vielleicht noch nicht genügen, die verschiedenen getrennten Vorkommnisse zu verbinden, so kommen noch zwei wesentliche Übereinstimmungen hinzu. Erstens liegen alle nur auf Weißjuraschichten, nie tiefer, und sind von diesen höchstens durch Bohnerze getrennt, und zweitens sind sie alle von den alttertiären Verwerfungen mit betroffen.

Die Fundorte sind folgende:

Bauflen bei Oberdiegten, auf Bohnerz (H. 143—16).
Hof Gieß bei Känerkinden, mit Bohnerz auf Effinger Schichten (L. 110—18).
Hof Hornet bei Bennwil, mit Bohnerz auf Malm (H. 175—104).
Höhe Finelen bei Hölstein, auf *Crenularis*-Schichten (H. 66—126).

Die Ausbildung bei Bauflen, die schon von DE VILLIERS (Zit. 22, p. 21) erwähnt wird, bietet zur Altersbestimmung am meisten Anhaltspunkte. Hier liegt nämlich das Gestein, 50° N. fallend, ganz deutlich über Bohnerz und unter dem marinen Mittelmiocän. Die höchsten Lagen des Süßwasserkalkes sind ganz durchsetzt von kleinen und großen Pholadenbohrlöchern, die offenbar der genannten Meeresbildung entstammen. Erfüllt sind diese Löcher mit einem braunen Sande, dessen marine Natur durch spärliche Muschel- und Bryozoenreste erwiesen wird. Nur wenige Schritte nördlich davon gelang es mir auch, im Ackerboden Lesestücke desselben Bryozoenkalksandsteines zu gewinnen, den DE VILLIERS weiter im Nordwesten von der Hasenweid beschreibt. An der alttertiären Entstehung des Süßwasserkalkes ist somit nicht zu zweifeln. Das Gestein selber zeigt z. T. deutlich die oben beschriebene bänderförmige bis geflammte Lagenstruktur, die durch Einschaltung dunkelgraubrauner Streifen in eine weißlichbraune Masse zustande kommt. Z. T. waltet auch eine anscheinend groboolithische Beschaffenheit vor. Im Dünnschliff zeigt sich, daß die dunkleren Zwischenlagen ganz und gar durch Zusammenhäufung von pflanzlichen Resten entstanden sind. Man erkennt deutlich ein buntes Haufwerk von Stengelresten aller möglichen Dimensionen, die mehr oder weniger gut mit Kalkspatkriställchen inkrustiert sind. Einige Querschnitte erinnern an diejenigen von Charenstengeln, andere größere zeigen sehr schön konzentrisch angeordnete Gefäßbündel, wieder andere lassen eiförmige bis kugelige Formen vermuten. Irgend etwas Bestimmbares bot sich nicht dar.

Das steile Einfallen der ganzen Gesteinsbänke nach Norden stimmt mit demjenigen der unterteufenden Malmschichten überein, die hier am Südrande des Tafeljuras eine Aufbiegung durch die Faltung der anstoßenden Ketten erfahren haben.

Unmittelbar östlich Hof Gieß bei Känerkinden kommt ein ganz ähnliches Gestein vor. Es überlagert die Effinger Schichten des großen Diegtener Grabens und hat an deren Versenkung längs der Verwerfung Talacker—Gieß teilgenommen. Das Gestein erscheint, ähnlich wie bei Hof Hornet (siehe oben), vorwiegend als Überrindung von losgerissenen Bruchstücken oder anstehenden Partien der Weißjura-Unterlage und gleichfalls ist die Verkittung beider Gesteine so fest, daß sie unzertrennt in jedes Handstück übergehen. Auch die mikroskopische Untersuchung macht die Identität mit dem pflanzenführenden Kalk von Bauflen höchst wahrscheinlich.

Drittens kamen im Norden von Hof Gieß, im Klebenrain (L. 84 bis 15), unmittelbar jenseits der oben erwähnten Bohnerze durch Erdauswurf über den Effinger Kalken gleichartige Gesteine heraus, vorwiegend von blaßroter Farbe und mit oolithischen und grauen, bandförmigen Zwischenlagen. Ebenso wie bei Bauflen zeigt sich u. d. M. das Gestein von Pflanzenresten ganz erfüllt; die oolithische Struktur ist sogar häufiger und deutlicher. Durch einen bunten Wechsel von blaßrötlichen Oolithpartien, von fleischroten dichten Massen, von grauweißen, porzellanartigen und von braungrauen Bändern erhält der Kalk eine ganz eigenartige, schöne und charakteristische Zeichnung.

Dieser Kalk geht hier über in einen hellbraunroten Süßwasserkalk von gleicher Dichtigkeit, der zahlreiche eckige Bruchstücke von Juragesteinen umschließt. Petrographisch hat dieser Kalk einige Ähnlichkeit mit den mittelmiocänen Helicitenmergeln, die DE VILLIERS vom Rotacker bei Läufelfingen beschreibt (l. c. p. 23). Trotzdem bin ich überzeugt, es mit einem alttertiären Gebilde zu tun zu haben. Denn abgesehen von der Verbindung mit dem erwähnten Streifenkalk, dessen eogenes Alter gesichert erscheint, spricht das ganze Auftreten für ein höheres Alter. Von der großen, alttertiären Verwerfung ist auch dieses Vorkommen deutlich mit betroffen; es liegt auf Effinger Schichten, und nirgends habe ich anderswo im Gebiete ähnliche Gesteine auf tieferen Horizonten oder etwa über sicher bestimmbaren jüngeren Tertiärschichten angetroffen.

Vollkommene Übereinstimmung besitzt der rotbraune Kalk mit Jurakomponenten vom Klebenrain mit der obersten Kalklage über Bohnerz bei Ei und ebenso mit der oberen Kalkbank über Bohnerz von Hof Hornet. Beide wurden oben in Verbindung mit dem Bohnerz beschrieben, in dessen Begleitkalke sie übergehen.

Vielleicht gehört in die gleiche Reihe eine Kalkbreccie, die bei Hof Rüti (NO. Niederdiegten H. 72—7) durch eine Quellgrabung zutage trat. Dort liegen ebenfalls in einen (weißen) Süßwasserkalk eingebacken zahlreiche, in weit überwiegender Zahl eckige Stücke von Jurakalk, unter denen außer vorwaltenden Effinger Kalken dunkelrotbraune Kalke, Hauptrogenstein (?) und sandige Gesteine, ferner Bohnerze zu erkennen sind. Von Interesse ist, daß im gleichen Handstück derselbe Süßwasserkalk, der an einer Stelle deutlich die Jurakomponenten verkittet, wenige Zentimeter entfernt seinerseits als Komponente einer neuen Breccie erscheint, deren Bindemittel ein etwas dunklerer, brauner Kalk ist.

Auch auf der Höhe bei Hof F i n e l e n im Osten von Hölstein trifft man in losen Stücken ein dem Bauflener Streifenkalk makro- und mikroskopisch zum Verwechseln ähnliches Gestein, dessen Anstehendes ich nicht finden konnte.

Hier ist der Pflanzenkalk wahrscheinlich das Hangende eines sehr ähnlichen Süßwasserkalkes, der ansteht unmittelbar hinter dem auf der Siegfriedkarte nicht benannten Hofe nordöstlich Hof Waigist (H. 72—134). Das Tertiärgestein befindet sich an dem genannten Punkte in vollkommener Konkordanz zu dem unterliegenden, hellen Sequanoolith und teilt mit ihm ein östliches Einfallen von 45°, ein deutliches Zeichen, daß er an der unmittelbar westlich benachbarten Verwerfung mit abgesunken ist.

Unmittelbar auf dem Malmkalk folgen zunächst 6 m eines gelblichen Knollenmergels. In einer gelblichen Grundmasse liegen massenhaft erbsengroße Kalkknöllchen, ferner hie und da größere Konkretionen von kleinen Kalkspatkristallen. Darüber folgt ein dichter, oolithischer, gelblichweißer Kalk, der mit Calcitadern durchzogen und außerdem mit körnigen Massen eines kaffeebraunen Kalkspates umpackt ist.

Die oberste Lage liefert eine kümmerliche Fauna kleiner, meist sehr schlecht erhaltener Schnecken, unter denen Clausilien überwiegen:

Clausilia cf. *densicostulata* Sandb.

(In Bruchstücken von Bischweiler, Obereocän, bekannt.) Ein gutes Stück, 12 mm Höhe, links gewunden, gleichmäßig, unter sehr kleinem Winkel konisch konvergierend, fein berippt. Das Stück hat mit dem von Gutzwiller (Abh. Schweiz. pal. Ges. 1905. Taf. IV Fig. 32) von Hochwals im Basler Jura abgebildeten Exemplar große Ähnlichkeit, ist nur kleiner.

Pupa sp. (*Clausilia*?).

Rechts gewunden, fein berippt.

Pupa cf. *perdentata* F. Edw.

Obereocän und Oligocän (Sandb., Land- u. Süßwasserkonch. Taf. XVI Fig. 9. p. 289). Bruchstück eines fast zylindrischen Gehäuses mit glatten, geraden Windungen und kaum vertieften Nähten.

Helix sp.

Hydrobia (?).

Mehrere Querschnitte sehr dünnschaliger, hydrobienähnlicher Gehäuse von 6—8 mm Höhe.

Paludina sp.

Ein schlechtes Exemplar.

Eine genaue Altersbestimmung lassen die spärlichen Funde nicht zu. Immerhin deutet der Habitus der Fauna allgemein auf Alttertiär, in Übereinstimmung mit der Lagerung.

Die verschiedenen zuletzt beschriebenen Vorkommen von tertiärem Süßwasserkalk (nur dasjenige von Hof Waigist bei Hölstein ausgenommen) stehen entweder mit Bohnerzen in direktem Verbande oder besitzen doch mit derartigen Kalken eine zur Identifizierung ausreichende petrographische Übereinstimmung. Sie teilen ferner noch die Eigenschaften, überall konkordant dem Weißen Jura aufzuruhen und nirgends mit tieferen als den Effinger Schichten in Berührung zu treten und durchweg von den alttertiären Verwerfungen mit betroffen zu sein.

Die Aufeinanderfolge der Gesteine scheint überall die folgende zu sein:

1. Oben weißliche Kalke, oolithisch, gebändert, meist mit deutlichen Pflanzenresten.

2. Darunter rotbraune Kalke, meist mit Komponenten von Malmkalken und Bohnerz und

3. als tiefste Lage Bohnerzkonglomerate und Bohnerztone.

Wir werden demnach all diesen Bildungen sicher ein altertiäres und wahrscheinlich ein obereocänes oder unteroligocänes Alter zusprechen dürfen.

Unteroligocäner Limnäenkalk von Mitteldiegten.

Nur an einer Stelle des Tafeljuras findet sich ein sehr fossilreicher und mächtiger Süßwasserkalk, dessen Fauna dem „Calcaire d'eau douce de Moutier“ [1] sehr ähnlich, aber, wie es scheint, etwas reicher ist und demgemäß auf unteroligocänes Alter hinweist.

Der Kalk findet sich $\frac{1}{2}$ km östlich von Mittel- und Niederdiegten zwischen der Waldecke Stammbach und dem Hofe Rüti. Zwischen beiden Punkten baut der Kalk den ganzen nordsüdlich gestreckten, dünn bewaldeten Hügelrücken von 500 m Länge auf und bildet auch in der Umgebung des Hofes Rüti noch an verschiedenen Punkten den Boden des Geländes.

Die Unterlage sind im nördlichsten Teile Effinger und *Crenularis*- (oder Geisberg-)Schichten, im südlichen anscheinend nur *Crenularis*-Oolithe.

Als Hangendes erscheint stellenweise eine dünne Lage von Juranagelfluh, deren Anstehen aber nicht sicher ist.

Im ganzen Bezirk erscheint der Kalk deutlich tektonisch gestört. An seinem Westrande nimmt er offenbar an der großen Absenkung des Malmes neben dem Diegtener Doggerhorst teil; denn auf dem Hauptrogenstein von Niederdiegten kommt trotz dessen weniger tiefer Abtragung der Süßwasserkalk nirgends zur Beobachtung. Ferner zeigt sich der Kalk in dem erwähnten Hügelrücken von Stammbach—Rüti deutlich stark nach Westen geneigt; diesem Umstande ist offenbar die eigenartig scharfe Abgrenzung zuzuschreiben, die das Gestein am Westrande des Hügels an einer ganz geradlinig Nord—Süd verlaufenden Linie erfährt.

[1] V. Gilliéron, Verh. d. Naturf. Ges. Basel. 8. 486.

Im Osten von Hof Rüti bildet der Kalk den Boden der Straße nach Diegten mit einem Südfallen von 8°. Außerdem zeigt sich das Gestein selber stellenweise zerrüttet und von Calcitadern durchsetzt, eine Erscheinung, die ebenfalls auf stärkere tektonische Bewegungen hinweist.

Dieser Nachweis beträchtlicher tektonischer Verlagerung erscheint mir deshalb wichtig, weil dadurch eine engere Eingrenzung des Zeitpunktes der ganzen Störungen im Gebiete möglich ist als bisher. Denn beobachten wir auch in der Nähe, südöstlich Kirche Diegten, eine nachweisliche jungtertiäre Absenkung von 40 m, so kann diese doch keineswegs genügt haben, um so beträchtliche Lagerungsstörungen hervorzurufen, wie sie der Süßwasserkalk von Stammbach—Rüti aufweist. Diese Störungen müssen vielmehr der älteren, weit bedeutenderen Verwerfungsperiode des Basler Tafeljuras angehören.

Verschiedene andere gleichgerichtete Argumente wurden oben schon vorgebracht: die überall gleiche Auflagerung der obereocänen bis unteroligocänen Süßwasserkalke nur auf Horizonte des Malm, nie tieferer Schichten. Ferner die deutlich gestörte Lage von anscheinend gleichalterigen Süßwasserkalken bei Hölstein, an einem Sprunge, der nachweislich ganz der älteren Phase angehört.

Durch diese verschiedenen Beobachtungen erscheint mir der Beweis erbracht, daß die Verwerfungen des östlichen Basler Tafeljuras nach dem Unteroligocän, und da sie, wie bekannt, älter als Mittelmiocän sind, also im mittleren und oberen Oligocän bis unteren Miocän entstanden sind.

Berücksichtigen wir ferner, daß dieselben in der Mittelmiocänzeit bereits ganz zur Ruhe gekommen und die entstandenen sehr bedeutenden Niveaudifferenzen vollständig ausgeglichen waren, so werden wir nicht fehlgehen, wenn wir schlechthin von den oligocänen Verwerfungen des Basler Tafeljuras sprechen.

Diese Zeitbestimmung kann nicht überraschen. Schon lange nimmt man an, daß sich die Jurabrüche im Anschluß an die Oberrheingrabensenkung herausgebildet haben. Dieser aber wird ein eogenes Alter zugeschrieben[1].

Ich komme zur Beschreibung des Vorkommens: Das Gestein überschreitet eine Mächtigkeit von 10 m und erscheint in zahl-

[1] Steinmann und Graeff, Geologischer Führer der Umgebung von Freiburg. Freiburg i. B. 1890. p. 124 ff.

reichen Varietäten: weiß, gelb, dicht, porös bis zellig, rein kalkig, tonig, in einzelnen Lagen auch fein bis grob oolithisch usw. Ein Handstück habe ich, das sehr schön die Ablagerungsverhältnisse der Kalke erkennen läßt. In dem Stück sind zwei Gesteinsabarten verbunden, eine dichte, feinschichtige, weiße Lage und mit scharfer Grenze daraufliegend ein gelber, grober Oolith. An mehreren Stellen ist der dichte Kalk von Quersprüngen durchsetzt, die ihn in einzelne eckige Stücke zertrennen, in den Oolith aber nicht übergehen. Vielmehr hören die Risse an der Grenze zu dem Oolith auf, öffnen sich aber in ihrer Nähe ziemlich weit und nehmen reichliche Mengen des oolithischen Materiales als Spaltenfüllung in sich auf.

Der dichte Kalk hat demnach nach seiner Bildung, und, wie es aussieht, in noch weichem Zustande, eine leichte Zertrümmerung erfahren, und erst dann ist die Sedimentation weiter gegangen, und Teile des neu hinzukommenden Materiales haben sich zwischen die Lücken des älteren hineingesetzt. Derartige Vorgänge dürften wohl auf kleine Rutschungen in den schlammigen Absätzen des betreffenden Seebodens zurückzuführen sein, wie sie auch heute noch z. B. in unseren Schweizer Seen beobachtet werden[1].

Die Fauna[2] ist charakterisiert einmal durch die unendliche Zahl sehr kleiner Planorben und zweitens durch das häufige Auftreten auffallend großer Limnäen, die 40 mm Höhe weit überschreiten. Bestimmt wurden:

---

[1] Siehe Arnold Heim, Über rezente und fossile subaquatische Rutschungen und deren lithologische Bedeutung. Dies. Jahrb. 1908. II. 136—157. Auf p. 153 wird besonders auch die Entstehung von „Brandungsbreccien" auf Rutschung rasch verfestigter Kalkkrusten über weichen Schlammunterlagen zurückgeführt.

[2] Literatur: Andreae, Ein Beitrag zur Kenntnis des Elsäßer Tertiärs. Abh. geol. Spezialkarte Elsaß-Lothringen. 2. Heft III. 1884. Gilliéron, Sur le calcaire d'eau douce de Moutier attribué au purbeckien. Verh. d. Naturf. Ges. Basel. 8. 486. Gutzwiller, Die eocänen Süßwasserkalke im Plateaujura bei Basel. Abh. d. schweiz. pal. Ges. **32**. 1905. Locard, Monographie des Mollusques Tertiaires terrestres et fluviatiles de la Suisse. Deuxième partie. Mém. d. l. soc. pal. Suisse. **19**. Maillard, Monographie des Mollusques Tertiaires terrestres et fluviatiles de la Suisse. Première partie. Mém. d. l. soc. pal. Suisse. **18**. Sandberger, Die Land- und Süßwasserkonchylien der Vorwelt, 1870—1875. C. Schmidt, Über tertiäre Süßwasserkalke im westlichen Jura. Centralbl. f. Min. etc. 1904. p. 609.

Limnaeus longiscatus Brongn.

Außer einigen Bruchstücken ein sehr gutes Schalenexemplar von 42 mm Höhe, das von der Abbildung von Sandberger (Land- u. Süßwasserkonch. XV. 18) nur durch eine etwas raschere Zunahme der Windungshöhe abweicht. Die Art kommt vor im Obereocän von England (Insel Wight) und im Pariser Becken in dem limnischen Calcaire de St. Ouen, der dem marinen Eocän in seinen obersten Lagen eingeschaltet ist; in der Schweiz in den Ralligstöcken bei Thun, in den Diablerets, in der Vallée de Joux (Jura) und bei Moutier (Unteroligocän).

Limnaeus fusiformis Sow.

(Sandberger, XV. 17. Text p. 270; Maillard, 18. VI. 29—30. Text p. 102.)

Mehrere gute Stücke, z. T. mit Schale. Höhe 42 mm und mehr. Z. T. weichen die Formen von den zitierten Abbildungen etwas ab durch stärkere Aufblähung und Zurundung der Windungen. Dadurch leiten sie über zu

Limnaeus n. sp. cf. *fusiformis* Sow.

Mehrere sehr große, ziemlich wohlerhaltene Steinkernbruchstücke, die sich zu einer Höhe des Gehäuses von etwa 45 mm ergänzen und deren Habitus sehr an *Limnaeus fusiformis* Sow. erinnert. Von diesem unterscheidet sich die Art hauptsächlich durch die stark gewölbte Gestalt der Windungen, auch die letzte ist noch mehr aufgetrieben als bei *L. fusiformis*. Die Verbreitung dieser Art ist die gleiche wie von *L. longiscatus*.

Limnaeus elongatus M. de Serres,

(Maillard, 18. 104. Taf. VII Fig. 2. — Sandberger, p. 287. Taf. XVI Fig. 6),

der von Maillard nur für eine Varietät von *L. longiscatus* angesehen wird und mit ihm das Vorkommen teilt, ist in mehreren Steinkernen vorhanden.

Limnaeus n. sp. cf. *elongatus* M. de Serres.

Ein fast vollständiges Gehäuse (Mündung und äußerste Spitze fehlt) und mehrere Bruchstücke. Der erhaltene Teil ist 34 mm hoch und besteht aus vier Windungen mit fein gestreifter Schale.

Von der bei Sandberger und Maillard beschriebenen Art unterscheidet sich die vorliegende durch die fast ganz geraden (nicht gewölbten) Umgänge, sowie durch die ziemlich scharfe Abknickung, welche das Profil der letzten Windung nach der Mündung hin erfährt.

Limnaeus cf. *Michelini* (?) Desh.

(Sandberger, p. 227. Taf. XIII Fig. 13. — Andreae, Taf. I Fig. 7. p. 39. Mitteleocän.)

Glandina Cordieri Desh. (?).

(Sandberger, p. 233. Taf. XIII Fig. 25, Taf. XIV Fig. 16. — Andreae, Taf. I Fig. 2, 3. p. 43, 44. — Gutzwiller, Taf. IV Fig. 17—20. p. 24. Mitteleocän.)

Einige unvollkommene Bruchstücke.

Planorbis pseudoammonius v. Schloth.

(Sandberger, Taf. XIII Fig. 10. p. 226. — Gutzwiller, Taf. I—IV. p. 16. — Andreae, Taf. II Fig. 9—13. p. 36. — Locard, **19**. p. 137. Taf. VIII Fig. 4. Mitteleocän, „Leitmuschel der Süßwasserbildungen vom Alter des Grobkalks in ganz Frankreich und am Oberrhein". Sandb. p. 227.)

Außer zahlreichen, weniger guten Steinkernen ein Schalenexemplar von 23 mm Durchmesser, das die Zugehörigkeit zu der genannten Art mit voller Sicherheit erkennen läßt (Form und Querschnitt der Windungen, Art der Aufrollung, Berippung usw. stimmen völlig überein). Das Stück scheint der forma excavata Andreae (Gutzwiller I. 5, Andreae II. 10) anzugehören. Die meisten übrigen Individuen schließen sich diesen an, doch dürfte auch die variatio *angigyra* Andreae (Gutzwiller III. 6, Andreae II. 12) vertreten sein.

Planorbis.

In zahlloser Menge sehr kleine Formen (2—6 mm und mehr), die ich nicht sicher zu bestimmen wage. Z. T. scheinen sie *Planorbis Chertieri* Desh. (Sandb. p. 226. Taf. XIII Fig. 9; Locard, 19. 134. Taf. VIII Fig. 2; Andreae, p. 38. Taf. II Fig. 14; Gutzwiller, p. 23. Taf. IV Fig. 29) anzugehören, z. T. Jugendformen von *Pl. pseudoammonius*, z. T. wohl auch ausgewachsene oder jugendliche Individuen anderer Arten darzustellen. Zu dem großen *Pl. pseudoammonius* finden sich in der Größe alle Übergänge.

Valvata.

Höhe 4 mm.

Hydrobia.

1—3 mm.

Pupa.

5 mm.

Helix.

Abdrücke und schlechte Steinkerne kleiner bis kaum mittelgroßer Formen; selten.

Helix sp.

Eine sehr kleine (1 mm hohe), aber deutlich charakterisierte Form, für die ich in der zitierten Literatur nichts einigermaßen ähnliches auffinden konnte. Das Gehäuse besteht aus 5 (oder 6?) Umgängen, die nur langsam zunehmen und von denen der letzte die Hälfte der Gesamthöhe nicht erreicht. Das Profil des Gehäuses zeigt eine ganz leichte, fast noch konische Wölbung.

Was die Altersbestimmung des Süßwasserkalkes von Stammbach—Rüti bei Diegten angeht, so ist er nach der beschriebenen Fauna zwar mit Sicherheit in die Grenzen Mitteleocän bis Unter oligocän einzuschließen; welcher Stufe innerhalb dieses Bereiches er angehören kann, ist schwer zu entscheiden. *Planorbis pseudoammonius* gehört dem mittleren Eocän an (Andreae; früher Obereocän, vor einer Dreiteilung des Eocäns) und ist in der Nähe aus Lausen, Hochwald, Äsch und anderen Punkten des Basler Tafeljuras bekannt. *Limnaeus longiscatus* dagegen hat seine Hauptverbreitung in den Headonschichten des Londoner, dem Calcaire de St. Ouen des Pariser Beckens, die äquivalente Bildungen des Obereocäns sind, und erscheint in der Nähe in dem Calcaire d'eau douce de Moutier, der ins Unteroligocän gestellt wird (Schmidt, p. 615). Wir haben demnach, zumal wenn wir auch noch die übrigen, allerdings weniger charakteristischen Arten mit berücksichtigen, eine Mischfauna vor uns, deren Alter sich nicht ohne weiteres ergibt. Erwägen wir aber die große Nähe der Eocänvorkommen des Basler Tafeljuras (Lausen ist nur $7\frac{1}{2}$ km entfernt), so müßten wir bei gleichzeitiger Entstehung mit diesen Absätzen für unseren Kalk auch eine vollkommen identische Fauna erwarten. Das ist

aber keineswegs der Fall. Denn erstens tritt der dort so häufige *Pl. pseudoammonius* hier nur ziemlich spärlich und in kaum mittelgroßen Individuen auf und zweitens fehlen den echten Eocänkalken ganz und gar die großen und kenntlichen Limnäen des Diegtener Kalkes. Ich neige daher mehr dazu, diesen für jünger, wohl unteroligocän, wie bei Moutier, zu halten und das Vorkommen des *Pl. pseudoammonius* als eine Ausnahmeerscheinung anzusehen.

Höhere Schichten des älteren Tertiärs, ferner solche der unteren Miocänstufe konnte ich nicht finden. Die nächstjüngeren Sedimente gehören dem mittleren Miocän an. Die gleiche Lücke klafft auch in allen übrigen Tertiärprofilen des benachbarten Tafel- und Kettenjuras, soweit ich sie kenne. Tatsächlich können wir ja auch rein theoretisch aus jener Zeit wirklich erhebliche Absätze zu finden nicht erwarten. Denn, wie wir wissen, bezeichnet sie eine Epoche heftiger Bodenbewegungen und darauffolgender beträchtlicher Abtragungen, welche die entstandenen Unebenheiten wieder ausglichen. Der Abschluß dieser Vorgänge wurde durch das Eindringen des mittelmiocänen Meeres gegeben, das die letzten Ungleichheiten des Untergrundes beseitigte und seine Gesteine auf einer fast ebenen Unterlage zum Absatz brachte.

Diesen Niederschlägen des mittelmiocänen Meeres begegnen wir im Tafeljura fast überall, wo überhaupt das Tertiär noch in einiger Vollständigkeit vor der Abtragung bewahrt geblieben ist. Und obwohl die Schicht in meinem Gebiete meist nur eine sehr geringe, anscheinend 1—2 m nirgends übersteigende Mächtigkeit besitzt, ist sie doch leicht kenntlich und auffallend erstens durch die stets grobsandige bis konglomeratische Beschaffenheit und zweitens durch die ziemlich reiche Führung mariner Tierreste.

Dadurch, daß an allen Fundpunkten wenig höher die Juranagelfluh ansteht, verschwinden die spärlichen Lesestücke der Meeresmolasse in den Feldern meist unter der großen Menge von Nagelfluhgeröll. Wirkliche Aufschlüsse gehören zu den Seltenheiten, und so ist die Verbreitung wahrscheinlich viel größer als die über das ganze Gebiet verstreuten Einzelfundpunkte erkennen lassen. Immerhin berechtigt die Lage derselben zu dem Schluß, daß die Schicht ursprünglich die ganze Tafel gleichmäßig in dünner Lage bedeckt hat.

Ich nenne im folgenden die Punkte, wo ich das Gestein als sicher anstehend nachgewiesen habe, um sodann nur diejenigen Vorkommnisse näher zu beschreiben, die besonderes Interesse verdienen:

Rünenberg, Umgebung des Ortes, auf *Macrocephalus*-Schichten.
Mettenberg (L. 55—129) auf Effinger Schichten.
Birchhof bei Häfelfingen (L. 94—102) auf *Varians*-Schichten.
Umgebung von Wittinsburg, mehrere Punkte, besonders „Unterfur" (L. 10—52), auf *Varians*-Schichten.
Einschlag nordwestlich Wittinsburg, Nordrand des Kartenblattes.
Höhe „auf Bähl" westlich Wittinsburg (L. 33—16) auf Effinger Schichten.
Nördlich Hof Sonnenberg bei Känerkinden (L. 72—35) auf Ornatentonen.
Hasenweid bei Oberdiegten (H. 137—25) auf Effinger Schichten.
Bauflen bei Oberdiegten (H. 139—16) auf Effinger Schichten.
Westlich Mühle Diegten (H. 108—32) auf Birmensdorfer Schichten.
Nördlich Hof Bisnacht bei Tenniken (H. 28—65) auf Hauptrogenstein.
Nüchter bei Hölstein (H. 38—165) auf Geißbergschichten.
Dickackerfeld bei Lampenberg (H. 82—200) auf Effinger Schichten.
Sonstige Umgebung von Lampenberg, auf Geißbergschichten.

Auf der Rünenberger Hochfläche ist das marine Tertiär in Form grober, konglomeratischer Sandsteine und Basalkonglomerate entwickelt. Ich verweise auf die Bearbeitung von A. Buxtorf (Gelterkinden. p. 64, 65), der seine Untersuchungen bis hierhin ausgedehnt hat.

Im Orte Mettenberg ist durch die Straße ein kleiner Aufschluß geschaffen, der marines Tertiär als Hangendes der Effinger Schichten zeigt. Das Tertiär ist an dieser Stelle petrographisch z. T. vollkommen anders ausgebildet als im ganzen übrigen Gebiete: es fehlen sozusagen alle gröberen, terrigenen Beimengungen; das Gestein ist ein fast reiner, sehr dichter Kalk von roter und weißer Farbe, der von unbestimmbaren Schalenquerschnitten ganz durchspickt ist. Nach der Behandlung mit Salzsäure hinterbleiben geringe Mengen eines rötlichen Tones. Aus diesem kann durch Abschlämmen ein ganz feiner, kaum sichtbarer Rückstand gewonnen werden, der überwiegend aus sehr kleinen, meist eckigen Quarzkörnern besteht. Isotrope rundliche Körner (Granat) und feine pleochroitische Nadeln mit schiefer Auslöschung (Hornblende) kommen daneben nur ganz vereinzelt vor. Der Dünnschliff zeigt neben größeren Muschel- und Schneckenschälchen-

schnitten sehr schöne Bryozoen und vor allem eine Menge kleiner Foraminiferen, ferner Seeigelstacheln und zahlreiche unbestimmbare Reste. Ohne diese Fossilführung, die über die marine Natur keinen Zweifel läßt, hätte ich das Gestein für einen der vielen ähnlich gefärbten Süßwasserkalke gehalten. So aber bin ich genötigt, die Bildung für ein faziell stark abweichendes Äquivalent der eben genannten Rünenberger Konglomerate und der übrigen durchweg stark konglomeratischen und sandigen Muschelbreccien und Bryozoenkalke des Tafeljuras anzusprechen.

Das marine Tertiär von Wittinsburg erscheint als die nächste Fortsetzung des bekannten Muschelagglomerates der Tennikerfluh und ist sehr ähnlich entwickelt. Auch hierüber sind schon bei Buxtorf einige Angaben zu finden (Gelterkinden. p. 64). Ein neuer kleiner Aufschluß zwischen „Unterfur" und „In den Reben" im Nordwesten des Dorfes ermöglichte mir ziemlich reiche Fossilfunde. Eine kleine Grube erschließt folgende Verhältnisse:

Unter reichlichem Gehängeschutt, der vorwiegend aus der Juranagelfluh stammt, die wenig oberhalb ansteht, liegen in einem roten Tone oder Mergel zahlreiche kleinere und einzelne größere Kalkgerölle, mit birnförmigen Pholadenlöchern, die mit dem übrigen Tertiärmaterial erfüllt sind; ferner zahlreiche wohl gerundete Quarzgerölle, die von Nußgröße bis zu feinsandigem Korne herabsinken; endlich mehr oder weniger frei ausgewittert schön erhaltene Austern und andere Molluskenschalen:

Ostrea lamellosa Brocchi.
Ostrea, unbestimmbare Schalen.
Pecten burdigalensis Lam.
Pecten ventilabrum Goldf.
Pecten, zahlreiche unbestimmbare Abdrücke und Schalenstücke.
Venus sp., Steinkern mit Mantelbucht.
Schneckenschalen und -steinkerne, unbestimmbar.
Conus sp.
Balanus cf. *latiradiatus* Münst.
Bryozoen; die Austernschalen sind z. T., besonders innen, ganz überzogen mit flach anliegenden Bryozoenstöckchen, die den aus dem Wiener Miocän bekannten Gattungen *Lepralia, Frustrellaria, Membranipora* angehören.
Helix (sylvana?), Steinkerne in den obersten, schon zu den Heliciten-mergeln gehörigen Lagen.

Etwa 100 m nördlich bei „In den Reben" (L. 8—53) ist auch die Auflagerungsfläche des Tertiärs auf *Varians*-Schichten lehr-

reich aufgeschlossen. Die Oberfläche des *Varians*-Gesteines ist uneben erodiert und von zahlreichen großen Pholadenbohrlöchern durchsetzt. Die entstandenen Höhlungen sind mit dem roten, sandig-tonigen Tertiärmaterial und seinen Fossilresten erfüllt.

Über das marine Tertiär vom Wäldchen Einschlag nahe der Nordwestecke von Blatt Läufelfingen siehe Buxtorf's Profil p. 63.

Ein kleiner Aufschluß am Wege Wittinsburg—Tenniken, etwa da, wo dieser die Höhe erreicht, gestattet einen guten Einblick in die Zusammensetzung des Gesteines. Es besteht dort wesentlich aus wohl gerundeten, quarzigen Geröllen und Muscheltrümmern, die durch feineren Sand und durch Kalkcarbonat gebunden werden. Die verschiedenen Lagen unterscheiden sich nur durch das wechselnde Korn.

Aus diesem Aufschlusse stammt auch ein länglich prismatisches Stück völlig verkieselten Holzes ($12 \times 5 \times 5$ cm), über dessen mögliche Herkunft mir nichts bekannt ist.

Nördlich Hof Sonnenberg findet sich marines, konglomeratisches Tertiärmaterial und angebohrtes *Macrocephalus*-Gestein im Auswurf des gleichen Brunnenschachtes, der Fossilien der Ornatentone geliefert hat (siehe oben). Das Tertiär lagert hier also offenbar der *Macrocephalus*- und Ornatenzone auf.

An der Hasenweid bei Oberdiegten fand de Villiers einen relativ feinkörnigen Kalksandstein mit Bryozoen und Muscheltrümmern. Das gleiche Gestein habe ich dann auch einige hundert Meter weiter südöstlich in größerer Höhe am Waldrande bei Bauflen angetroffen, so daß wohl die Schicht an der allgemeinen steilen Aufbiegung des Tafeljura-Südrandes teilnimmt.

Nördlich Hof Bisnacht bei Tenniken erscheint die Meeresbildung als grobes Muschelagglomerat mit deutlichen Ostreen am Boden einer kleinen Tongrube (siehe Profil unten).

Von größerem Interesse, als die bisher genannten Vorkommnisse, die sich z. T. dem schon bekannten Muschelagglomerat der Tennikerfluh faziell sehr eng anschließen, ist die Ausbildung, die man im Westen von Hölstein auf der Lampenberger Hochfläche antrifft. Hier kommen nämlich unter der Juranagelfluh, die als ein wenig ausgedehntes Erosionsrelikt den Geißbergschichten des Lampenberger Grabens aufliegt, an verschiedenen Stellen, allerdings nirgends leidlich aufgeschlossen, marine Bildungen zum Vor-

schein, die petrographisch und durch die Fossilführung zwischen dem Muschelagglomerat von Tenniken und den Bryozoenschichten von Oberdiegten genau die Mitte halten. Die beste Ausbeute lieferte mir etwas aufgegrabene Erde wenig nordöstlich des höchsten Punktes (567 m) bei „Nüchter". Dort lagen, z. T. eingebettet in roten Ton, in Menge Brocken eines mittel- bis feinkörnigen, schmutzig blaßweinrötlichen Kalksandsteines mit einzelnen gröberen Quarzkörnern und Kalkgeröllen. Z. T. trat dies Gestein in selbständigen, unregelmäßig begrenzten Stücken bis Faustgröße auf, z. T. aber auch fest verbunden mit von Pholaden vollkommen durchlöcherten eckigen Fragmenten des unterteufenden und nahe benachbarten Geißberg- und *Crenularis*-Gesteines. In beiden Fällen umschließt das Gestein zahllose mehr oder weniger deutlich erhaltene Reste von Meerestieren; Bryozoen in schöner Ausbildung und Artenzahl, wie bei der Hasenweid, überwiegen. Gleichzeitig aber finden sich neben Stücken von *Pecten*, *Venus* und Schnecken dieselben Austern wie bei Wittinsburg und auf der Tennikerfluh.

An der Gleichalterigkeit aller vorher beschriebenen Tertiärbildungen ist somit nicht zu zweifeln; vor allem bestätigt sich hierdurch die Annahme, die DE VILLIERS (p. 22 unten) nur hypothetisch aussprechen konnte, daß die Bryozoenbank von Oberdiegten „dem Muschelsandstein und Muschelagglomerat bei Tenniken[1] entspricht".

Von den Austern war bestimmbar *Ostrea lamellosa* BROCCHI; ferner kommen vor *Pecten*, *Vola*, *Turritella* in Bruchstücken und Steinkernen.

Die Bryozoen gehören mehreren verschiedenen Gattungen an, unter denen *Fascicularia*, *Lepralia* und *Membranipora* bestimmt wurden. Z. T. treten sie als freie kleine Stöckchen auf, z. T. auch als flach anliegende Überrindungen von Austernschalen, wie bei Wittinsburg. Besondere Erwähnung verdient ein kleines selbständiges Bryozoenriff von länglich ovaler Gestalt und $9 \times 5 \times 4$ cm Größe. Die kleinen Kelche gehen, sich stark verzweigend, radial von einem wurzelförmig hervorragenden Teile aus und endigen in einer gleichmäßig abgerundeten Oberfläche. Die Art gehört der zyklostomen Abteilung der Bryozoen an und steht der *Fascicu-*

[1] „Teningen" ist Druckfehler.

laria aurantium (Busk, Taf. XXI; Zittel, Handbuch. I. p. 439) sehr nahe. Diese Art stammt aus dem englischen Pliocän (Crag). Aus dem Schweizer Miocän ist die Gattung nicht bekannt.

Im Dickackerfeld bei Lampenberg fand ich in ähnlichem Gestein mit Austern, Bryozoen- und Turritellenresten zusammen zwei noch im Zusammenhange befindliche Stielglieder von *Encrinus liliiformis*, ein sicherer Beweis, daß zur Entstehungszeit dieser Schichten der obere Muschelkalk bereits der Abtragung zugänglich war.

Über der Meeresmolasse folgen in fast allen Profilen des Gebietes zunächst rote Mergel mit *Helix sylvana*, die noch dem Mittelmiocän angehören. Diese werden ihrerseits durchgehends von der mehr oder weniger mächtigen obermiocänen Juranagelfluh überlagert. Die folgenden kleinen Profile lassen alle im wesentlichen das gleiche Verhältnis erkennen, das ja auch in den Nachbargebieten vorwaltet.

I. Östlich Mitteldiegten, südlich Punkt 500 am Wege nach Hof Mettenbohl (H. 104—15).

1.	0,40 m	feinere wohlgeschichtete Gerölle von der Zusammensetzung der Juranagelfluh	Juranagelfluh
2.	1,0 „	sehr grobe, ungleiche Konglomerate (bis 25 cm) von der Zusammensetzung der Juranagelfluh mit Bohnerzen, Süßwasserkalk und vorwaltenden Effinger Kalken, z. T. eingebettet in sandigen, roten Mergel wie unten	Juranagelfluh
3.	0,20 „	hellbrauner, loser Sandstein	Juranagelfluh
4.	1—2 „	roter Mergel	*Sylvana*-Mergel

Das Vorwalten des Effinger Gesteines in der Juranagelfluh ist ungewöhnlich und wohl als Lokalfazies, entstanden durch die Nähe des Anstehenden, zu erklären. Die ungewöhnliche Größe gerade dieser Komponenten und ihre geringe Abrollung stimmt damit überein. Schicht 3 ist eine jener feinsandigen Zwischenlagen, wie sie in der Juranagelfluh häufig auftreten; hier bildet sie den Übergang zu den noch feineren Mergeln.

II. Nördlich Hof Bisnacht bei Tenniken P. 581 (H. 31—65).

1.	—	Nagelfluh	Juranagelfluh, Obermiocän
2.	0,6 m	rote, erdige Mergel	*Sylvana*-Mergel, Mittelmiocän
3.	—	grober Quarzsandstein, porös, mit Muscheltrümmern, *Ostrea lamellosa* Brocchi	Marines Mittelmiocän

Ähnlich wie in diesen beiden Profilen liegen die Verhältnisse fast überall, wo das Miocän vorhanden ist. Stets schalten sich zwischen die durchgehenden marinen Sande und Konglomerate und die allgemein verbreitete Juranagelfluh rote Tone oder Mergel ein, in denen fast überall *Helix sylvana* Klein zu sammeln ist. Also kann auch dieser Horizont als durchgehend angesehen werden.

An mehreren Orten treten aber in Verbindung mit diesen Mergeln als deutliche Zwischenlagen kalkige Zonen, ja reine Süßwasserkalke, z. T. mit abweichender und etwas reicherer Fossilführung auf. Solche Kalke nennt schon de Villiers vom Waldstücke Stiller südöstlich Mühle Diegten (p. 22 unten); im Kettengebiet de Villiers' sind derartige Lagen ganz allgemein verbreitet (siehe p. 23). Auch die Altersbestimmung stimmt mit meinen Resultaten überein.

In meinem Gebiete ist am lehrreichsten eine Reihe von Aufschlüssen im Südosten von Bennwil (Steinmatt, Schönig, Heimatsried). Steigt man nämlich vom Dorfe Bennwil aus den steilen Nagelfluhabfall bis zum Überschiebungsrande hinauf, so ist man ganz überrascht, dort im Beginn eines lichten, niedrigen Kiefernwaldes auf weite Strecken den Boden ganz auffallend tief gerötet und von Regenrinnen eigenartig durchfurcht zu finden. Ein Gebiet von etwa einem halben Quadratkilometer wird dort ganz und gar von roten und weißen Tonmassen zusammengesetzt, die bei der Stärke des Gefälles rasch der Erosion anheimfallen und überall an der Oberfläche bloß liegen. Der Boden erhält dadurch eine so tiefrote Färbung, wie sie selten vorkommt, und deren eigentümlich starke Leuchtkraft im Verein mit dem kräftigen Grün der Kiefern, der welligen Bodenbeschaffenheit und exponierten Lage eine starke malerische Wirkung hervorbringt.

Die Beschaffenheit des Gesteines wechselt ziemlich stark zwischen sehr tonreichen, feinkörnigen Lagen, die durch Austrocknen kleinbröckelig und kantig zerfallen, und zwischen anderen Partien, die einen sehr starken Kalkgehalt besitzen. Dieser äußert sich in einer knolligen Beschaffenheit des Mergels, so daß wir vielfach deutliche Schichten eines härteren Gesteins von ansehnlicher Mächtigkeit aus dem weicheren Tone heraustreten sehen. Ferner gibt es bankartige Einlagerungen eines roten Mergelkalkes, der von zahlreichen, ganz kleinen Calcitdrusen durchschwärmt

wird, und brecciöse Mergelkalke, die völlig zertrümmert und durch klare Kalkspatkristalle wieder verkittet sind; endlich kommen auch vereinzelt aschgraue, dichte Kalke vor, die sich von den bunten Mergeln ziemlich deutlich abheben.

Der vorwiegende rote Mergel selbst zeigt bei Behandlung mit Salzsäure einen sehr starken Carbonatgehalt. Den Rückstand bilden roter Ton in bedeutender Menge und Spuren von Quarzsand. Die Lagerung der ganzen Masse ist an dem ungeschichteten Mergel nicht zu erkennen, wird aber an den bankigen Knollenlagen sehr deutlich. Diese streichen alle ungefähr westöstlich und fallen anscheinend senkrecht ein.

Diese Lagerung und gleichzeitig der stratigraphische Verband lassen sich am besten an dem Wege studieren, der von der Bennwiler Säge nach dem Hofe Steinmatt hinaufführt (H. 173—122). An diesem stehen, in einer Mächtigkeit von 3 m erschlossen, fleischrote bis gelblichweiße, von Calcit durchaderte Knollenmergel an, die beim Austrocknen in scharfkantige Stücke zerfallen. Die Bänke streichen OW. und fallen unter 85° nach Norden ein. Genau nördlich von diesem Punkt und ungefähr in der gleichen Höhe folgt nach einer aufschlußlosen Strecke von 13 m Juranagelfluh, die das steile Einfallen der Mergel teilt. Die Juranagelfluh ist hier offenbar das normale Hangende der bunten Mergel; andere Aufschlüsse zeigen den gleichen Verband.

An verschiedenen Stellen finden wir außer den erwähnten, immerhin noch sehr tonhaltigen Knollenlagen reine Kalke mit Fossilien als Einlagerung in den roten Tonen. Anstehend fand ich diese Kalke im Osten von Hof Maiacker an einem Waldwege steil gestellt (F. 70° S., Überkippung?), ferner am Waldrande unter „Sch." von „Schönig" auf Blatt Hölstein; an zwei Stellen 200 m nördlich von diesem Punkte und im Wäldchen „Einschlag", SO. Hof Heimatsried. An den letzteren Punkten war über die Lagerung nur zu beobachten, daß die roten Tone sicher darunter, wahrscheinlich auch darüber liegen.

Der Kalk kommt in zwei Gesteinsvarietäten vor, die beide sehr dicht, schwer und hart sind und sich nur durch die Farbe unterscheiden. Der eine Kalk (Waldrand bei Schönig, Wäldchen Einschlag) besitzt eine licht kaffee- bis violettbraune Farbe und splitterigen Bruch, der andere ist ein ungewöhnlich rein weißes Gestein von ebenem Bruch und löst sich in Salzsäure ohne Rück-

stand oder Trübung auf. Die Fossilführung[1] ist in beiden die gleiche: Limnäen und kleine Planorben treten ziemlich zahlreich auf:

Limnaeus dilatatus Noulet.

(Sandberger, Land- und Süßwasserkonchylien. p. 580. Taf. XXVIII Fig. 24, 24a. — Maillard, p. 110. Taf. VII Fig. 8—13. Sehr häufig und verbreitet in der oberen Süßwassermolasse, Öninger Stufe des Obermiocäns von Süddeutschland.)

Mehrere kleine bis mittelgroße Exemplare und Abdrücke, die der Abbildung 12a und 13 Maillard's am ähnlichsten sind.

Limnaeus cf. *turritus* Klein.

(Sandberger, p. 581. Taf. XXVIII Fig. 26—26b. — Maillard, p. 123. Obermiocän, „im Kalk mit *Helix sylvana*".)

Wenige Exemplare bis 9 mm hoch.

Limnaeus socialis Klein.

(Sandberger, Land- und Süßwasserkonchylien. p. 648. Taf. XXVIII Fig. 6, 6a—6e. — Maillard, p. 117. Taf. VII Fig. 22—24. Obermiocän [Oeningien].)

Einige Stücke, die mit der var. *elongata* Sandberger's verglichen werden können.

Limnaeus cf. *minor* Thomae (?)

(Sandberger, Mainz. p. 70. Taf. VII Fig. 6. — Maillard. p. 119. Taf. VII Fig. 25—26. Unter- und Obermiocän [Oeningien].)

Limnaeus bullatus Klein.

(Sandberger, Mainz. p. 66. Taf. VII Fig. 5. — Sandberger, Land- und Süßwasserkonchylien. p. 581. — Maillard, p. 122. Taf. VII Fig. 29. Obermiocän [Oeningien].)

Außer einigen kleineren ein großes, charakteristisches Individuum (20 mm hoch), das mit den Abbildungen von Sandberger

[1] Literatur: Sandberger, Land- und Süßwasserkonchylien der Vorwelt. Wiesbaden 1870—75; — Die Konchylien des Mainzer Tertiärbeckens. Wiesbaden 1863. — Maillard, Monographie des mollusques tertiaires terrestres et fluviatiles de la Suisse. Mém. soc. pal. Suisse. 18. 1891.

völlig übereinstimmt. Aus der Nähe wird die Art von Humbel bei Waldenburg genannt (Gilliéron bei Maillard), ebenso wie *L. dilatatus*.

Planorbis.

Kleine Stücke durchsetzen das Gestein als Schalenexemplare, Steinkerne und Abdrücke, sind aber nicht bestimmbar. An Windungszahl und Größe stehen sie dem aus der oberen Süßwassermolasse von Süddeutschland bekannten *Planorbis declivis* A. Braun (Sandb., Land- und Süßwasserkonch. Taf. XXVIII Fig. 21) am nächsten.

Nematura (?)

Zwei Abdrücke von 2 mm Höhe.

Litorinella cf. *acuta* Drap.

(Sandberger, Mainz, p. 82. Taf. VI Fig. 9. – Untermiocän.)

Den Planorben stehen an Häufigkeit kleine Litorinellen nahe, die mit der genannten Art die größte Ähnlichkeit besitzen, eine sichere Bestimmung aber nicht zulassen.

Bei der Kleinheit und mangelhaften Erhaltung ist große Sicherheit bei der Bestimmung aller Formen nicht zu erlangen, besonders bei den obendrein sehr variablen Limnäen (*L. bullatus* ausgenommen) stößt man auf erhebliche Schwierigkeiten. Immerhin aber weist das Gesamtbild der Fauna mit Gewißheit auf ein obermiocänes Alter hin. Überall, wo eine Beobachtung möglich war, liegt die Juranagelfluh über diesen Kalken. Der stratigraphische Verband wird aus folgendem Profil deutlich, das im Südosten von Hof Heimatsried im Wäldchen Einschlag an zwei Stellen durch Bäche erschlossen ist.

Profil III. Hof Heimatsried bei Bennwil (H. 159—85).

1. — Juranagelfluh, durch Süßwasserkalk verkittet.
2. — Aufschlußlose Partie.
3. — Humus.
4. 1,40 m Süßwasserkalk, weiß, unten dünnbankig, nach oben kompakter werdend.
5. 0,50 „ Humus.
6. 0,55 „ Süßwasserkalk, licht kaffeebraun, dicht, zwei feste Bänke.
7. 0,60 „ Knollenmergel, bräunlich, leicht zerfallend.
8. 1,00 „ violette Tone, kantig zerfallend, mit *Helix sylvana*.

Über No. 1 wird unten zu sprechen sein. Die Überlagerung der tieferen Stufen des Profiles durch die Juranagelfluh ist nirgends direkt erschlossen, geht aber mit Sicherheit aus dem gesamten Auftreten der Schichten im Kartenbilde hervor. No. 4 stimmt sehr annähernd mit der weißen, No. 6 vollkommen mit der braun gefärbten Varietät des Limnäenkalkes überein. Fossilien, die die Identität beweisen würden, fand ich hier nicht. Die festen Bänke von No. 6 bedingen in den beiden Bachrissen kleine Wasserfälle, indem die weicheren Gesteine von 7 und 8 fortgewaschen werden. Die violetten Tone von No. 8 sind in etwas tieferem Niveau in viel größerer Mächtigkeit erschlossen und liefern dort Steinkerne von *Helix sylvana* Klein.

Das gleiche Profil ist durch zwei sich vereinigende Bäche erschlossen, jedoch an beiden Stellen nicht in der gleichen Höhe; vielleicht gehen junge Störungen hindurch. Die Annahme, daß die nahe Überschiebung bis hierhin ihre Wirkungen geäußert habe, wird auch durch die Beschaffenheit der Kalke nahegelegt, die am Rande des einen Aufschlusses stark abgebogen erscheinen (keine Gehängeschleppung).

Ganz ähnliche Verhältnisse weisen die Tertiärbildungen von Hof Lenz südwestlich Oberdiegten auf. Bei dem genannten Hofe treten die roten Tone heraus. Im Rebacker nordöstlich davon fand ich in Knollenmergeln und braunen Kalken, die mit denjenigen von Heimatsried und Schönig die größte Ähnlichkeit besitzen, Steinkerne von *Helix* (*sylvana* Klein) und im Südosten des Hofes stehen in einem Wäldchen, ebenfalls durch einen Bach erschlossen, Süßwasserkalke an, die stark verbogen und schief gestellt sind. Ein lokaler Sattel ist zu beobachten, der W. 30° N. streicht, dessen Nordschenkel senkrecht steht und dessen Südschenkel 20° südlich einfällt. Sehr schön ist hierbei die Abhebung zu beobachten, die der obere hartbankige Teil der Kalkgesteinsfolge gegenüber dem unteren gleichartigen erfahren hat und die durch eine tonige Zwischenlage von 20 cm Dicke bedingt wird. Am Sattelknick sind diese Tone zur doppelten Mächtigkeit zusammengestaucht; der obere Kalk ist darüber stärker geknickt als der untere.

Das Gestein ist auf der ganzen Strecke ein sehr dichter, schwerer, glatt bis splitterig brechender, bräunlicher Kalk, in dem kleine Calcitkristalle verteilt sind. Er stimmt mit No. 6 von Profil III

und mit dem Limnäenkalk von Schönig vollkommen überein. Dieser Süßwasserkalk zieht in ziemlich mächtigen Bänken über Lenzweid im Walde bis in die Gegend von Hopfrüti bei Oberdiegten, wo er zwischen Birmensdorfer Schichten und Nagelfluh heraustritt. Sein Hangendes bildet stets die Nagelfluh, im Liegenden treten die roten Tone mit eingelagerten Knollenmergeln hervor. Bei Ei westlich Oberdiegten überlagern dieselben indirekt die oben beschriebenen Bohnerzbildungen. Die gleiche Schichtenfolge schien, wie wir sahen, wenn auch gestört und dadurch weniger klar, nördlich Hof Hornet bei Bennwil vorzuliegen. Kombinieren wir alle diese Einzelbeobachtungen, so gelangen wir zu folgendem Lagerungsschema für diese Gegend:

Juranagelfluh	Obermiocän
Süßwasserkalke mit *Limnaeus dilatatus* und Planorben	
Bunte Mergel mit Knollenlagen, mit *Helix sylvana* . .	Mittelmiocän
Bohnerzkonglomerate mit Süßwasserkalken	Eocän (u. Unteroligocän?)

Ein Hinaufgreifen der bunten Mergel ins Hangende der Limnäenkalke konnte bei der gestörten Lagerung nirgends mit voller Sicherheit beobachtet werden. Es ist also möglich, daß die Juranagelfluh, wie es angenommen wurde, den Süßwasserkalken unmittelbar aufliegt. Das marine Mittelmiocän kam hier nicht zur Beobachtung.

Ungewöhnlich ist für diese, die Juranagelfluh unterteufenden Süßwasserbildungen die große Mächtigkeit, die sie in den eben beschriebenen Bezirken erreichen. Bei der stark gestörten Lage ist sie nicht sicher anzugeben, dürfte aber 30—50 m betragen. Im übrigen Tafeljura dagegen wurden mehr als 2 m nirgends beobachtet.

Diese Erscheinung ist wohl am besten so zu erklären, daß zur Ablagerungszeit der Tone im nächst benachbarten Süden der Kettenjura emporstieg und seine Abwitterungsprodukte an seinem Nordfuße aufschüttete. Die Süßwasserkalke lassen kleine Wasserbecken vermuten, die sich zwischen dem Südrande des absteigenden Tafeljuras und dem Nordschenkel der ersten Jurakette notwendig bilden mußten.

Die obermiocäne Juranagelfluh, welche die zuletzt besprochenen marinen und limnischen Mittelmiocänschichten überall bedeckt, ist von allen Tertiärbildungen des Gebietes bekanntlich

der ausgedehnteste und mächtigste Horizont. Auftreten und Zusammensetzung ist schon seit lange und zudem neuerdings durch monographische Behandlung[1] so gründlichbekannt, daß es genügt, auf die älteren Untersuchungen zu verweisen und zu bemerken, daß die Beschaffenheit der Juranagelfluh meines Gebietes sich mit derjenigen in der Umgebung vollkommen deckt. Auch besondere Aufschlüsse brauchen nicht genannt zu werden, da das harte Gestein an vielen Punkten die Pflanzendecke durchsticht und zudem häufig als Schottermaterial abgebaut wird. Die Mächtigkeit kann natürlich nur da gemessen werden, wo die Grenze gegen die jüngeren Schichten noch erhalten ist. Das ist nur am Überschiebungsrande der Fall. Dort dürfte ihr Betrag 100 m erreichen.

Die Lagerung der Juranagelfluh steht in engen Beziehungen zu den tektonischen Vorgängen im Gebiete. Wo nur oligocäne Brüche vorliegen, ist sie ungestört. Verlagerungen der Nagelfluh weisen auf jüngere Störungen hin. Im Tafeljura sind dies Verwerfungen, im Kettenjura außerdem Falten und Überschiebungen.

Im Tafeljura zeigt die Nagelfluh im allgemeinen ein schwaches Einfallen nach Süden. Anormale Lagerungsverhältnisse wurden beobachtet.

1. Am Südrand des Tafeljuras überall.
2. Bei Kilpen nordöstlich Diegten.
3. Bei Mettenbohl östlich Mitteldiegten; an den beiden letzteren Punkten liegt die Nagelfluh um ein weniges (30 bezw. 40 m) tiefer als in der Umgebung.
4. Im Westen des Hölsteiner Tales. Dort liegt die Nagelfluh im ganzen 20—40 m höher als auf den korrespondierenden Stellen der Ostseite, zeigt aber außerdem in sich noch mancherlei Unregelmäßigkeiten. An der Straße Lampenberg-Niederdorf lagert das Tertiär in Form eines groben Basalkonglomerates mit toniger Füllmasse direkt auf einer sehr uneben gestalteten Sequanoberfläche. Die Nagelfluh scheint in dieser ganzen Gegend an der primär unregelmäßigen Lagerung teilzunehmen. Auf diese Weise möchte ich auch im wesentlichen die verschiedene Höhenlage der Nagelfluh auf beiden Seiten des Hölsteiner Tales erklären. Diese

---

[1] E. Schaad, Die Juranagelfluh. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz. 52. 1908.

Anschauung stimmt mit der von Schaad in seiner Monographie geäußerten überein.

Die beiden Diegtener Störungspunkte dagegen weisen deutlich auf sekundäre Verlagerungen hin.

Die Anomalien am Südrande des Tafeljuras sind Faltungserscheinungen.

Alle diese Dinge sind im tektonischen Teile ausführlicher zu verwerten.

Fazielle Besonderheiten in der Nagelfluh meines Gebietes sind folgende: Einlagerungen von Sandsteinen, von Süßwasserkalken und Nagelfluhbänke, deren Bindemittel ein Süßwasserkalk ist.

Sandsteine in der Juranagelfluh sind lange bekannt und auch in meinem Gebiete die Regel. Die mächtigsten Bänke fand ich in der Gegend von Häfelfingen, wo sie bei Hufligacker mehrere Meter erreichen. Das Gestein von „In den Reben" bei Häfelfingen habe ich mit Salzsäure behandelt; dabei geht ein bedeutender Kalkgehalt ab, der das Bindemittel darstellte. Das Gestein zerfällt durch dessen Entziehung vollkommen in lose, meist wohl gerundete Quarzkörner. Die gleiche Beschaffenheit zeigte ein Sandstein, der bei Rünenberg unter der Nagelfluh hervorkommt, so daß diese Zusammensetzung wohl die Regel ist. Bei der mikroskopischen Untersuchung des Rückstandes finden sich auch zahlreiche, sehr kleine Quarzkristalle, die aus scharf begrenzten, allseitig entwickelten Kombinationen von Prisma und Pyramide bestehen.

Deutliche Einlagerung von Süßwasserkalk in Juranagelfluh habe ich nur an einer Stelle nachweisen können: im Norden von Häfelfingen an einem in die Karte nicht eingetragenen Feldwege, der die Höfe Eich und Schneidermatt verbindet[1]. Der Kalk ist ein helles, weißes bis rauchgraues, bisweilen schwach gerötetes, dichtes oder poröses Gestein mit glattem oder rauhem Bruche. Die Fossilführung ist sehr spärlich, mit Ausnahme einzelner Blöcke, die eine etwas reichere Ausbeute liefern. Die Fauna besteht vorwiegend aus großen *Helix*-Formen, die durch die sehr stumpfe Spitze, sowie durch die Größe und die übrige Gestalt *Helix inflexa* Klein sehr ähnlich sind. Eine völlig sichere Bestimmung läßt die schlechte Erhaltung nicht zu. *H. inflexa* ist

[1] A. Buxtorf spricht (p. 68, Anm. 1) die Vermutung aus, daß in der Gegend von Häfelfingen obermiocäne Süßwasserkalke mit Juranagelfluh wechsellagern. Diese Vermutung bestätigt sich hiermit.

bekannt aus dem Obermiocän. (Oeningien; vergl. Sandb., Land- und Süßwasserkonch. Taf. XXIX Fig. 8. Text p. 589; Maillard, Abh. schweiz. pal. Ges. 18. [1891.] Taf. II Fig. 9. Text p. 24.) Daneben fand sich *Helix* sp., unbestimmbare, mittelgroße Form; *H.* cf. *expansilabris* Sandb.; *Helix* sp., kleine Art ($5\frac{1}{2}$ mm); *Clausilia* sp., *Cl.* cf. *maxima* Grateloup (Sandb. Land- und Süßwasserkonch. p. 514. Taf. XXV Fig. 35, Untermiocän von Dax [Landes]). Ein Bruchstück, das mit der Abbildung bei Sandberger durch Form des Gehäuses und der einzelnen Windungen, wie auch durch die feine, auch auf dem Steinkern noch sichtbare Berippung sehr wohl übereinstimmt. Nur die Größe ist etwas geringer (Durchmesser 7 mm, Windungshöhe 4 mm). *Limnaeus Laurillardianus* Noulet (= *L. turritus* Klein, Sandb. Taf. XXVIII Fig. 27. p. 581, Obermiocän); *Planorbis; Pupa; Hydrobia* (?).

Irgend einen Schluß auf das Alter des Kalkes und damit der Jurafluh wage ich aus so unsicheren Daten nicht zu ziehen.

Petrographisch ist fast völlige Übereinstimmung vorhanden mit dem obermiocänen Süßwasserkalk, den de Villiers in den obersten Lagen des bunten Mergels bei Rapp (Blatt Läufelfingen) gesammelt hat.

Der Süßwasserkalk von Häfelfingen tritt auf in Form einer kompakten, nicht über 2 m mächtigen Bank, die durch ihre eigene Härte aus der Pflanzendecke heraustritt. Die Bank ist auf eine wagerechte Erstreckung von 150 m erschlossen; an einzelnen Stellen ist die Überlagerung, an anderen die Unterlagerung durch Nagelfluh mit völliger Gewißheit zu erkennen.

Eine offenbar unterirdisch zusammenhängende Fortsetzung findet dieser Kalk in einem petrographisch völlig übereinstimmenden Gestein, das in der Umgebung des Mattenhofes zwischen Häfelfingen und Rünenberg an zwei Stellen heraustritt. Im Walde zwischen Mattenhof und Weidli (L. 66—173) erscheint der Kalk in Form einer über 2 m starken Bank, aus der trotz langen Klopfens noch weniger brauchbare Fossilreste zu gewinnen waren. Zwar ist nur die Überlagerung durch die Juranagelfluh (von Weidli-Bubenloch) sicher zu erkennen, trotzdem darf angenommen werden, daß eine Fortsetzung des Häfelfinger Vorkommens vorliegt, die an der Lagerung desselben teilnimmt.

Juranagelfluh mit Süßwasserkalk als Bindemittel habe ich nur NO. Hof Heimatsried bei Bennwil (H. 152—80) gefunden, durch

den Weg Bennwil—Gemeindeweid erschlossen. Die Komponenten sind die gewöhnlichen, Hauptrogenstein waltet vor; auch der Abrollungszustand ist der gleiche; nur liegen die einzelnen Gerölle weniger dicht, lassen vielmehr bedeutende Zwischenräume übrig, und diese sind durch einen schmutzig weißen Kalk mit roten, unregelmäßig flächig verteilten Flecken ausgefüllt. Der Kalk ist dicht und schwer, stellenweise etwas knollig, außerdem vielfach mit dunkelbraunen Streifen durchzogen, welche die Gerölle konzentrisch umgeben. Außerdem ist das ganze Gestein, einschließlich der Gerölle, von feinen Calcitadern durchtrümert.

Ließe das ganze Auftreten vielleicht zunächst an eine spätere Versinterung schon fertiger Nagelfluh denken, so spricht doch die getrennte Lage der verschiedenen Gerölle für deren gleichzeitige Ablagerung mit dem Kalk. Es handelt sich demnach offenbar um etwas Ähnliches, wie es Schaad (p. 10) als „Übergang zu den Helicitenmergeln" beschreibt, „die ihrerseits ja auch nicht selten Gerölle und Gesteinsbrocken enthalten".

Eindrücke in den Geröllen der Juranagelfluh sind allgemein verbreitet und bekannt. Außerhalb meines Spezialgebietes, SW. Klein-Dietisberg bei Läufelfingen, sah ich zum ersten Male, daß auch die Unterlage der Nagelfluh Eindrücke von den Komponenten derselben empfangen hatte. Eine kleine Kiesgrube erschließt dort unter den Miocängeröllen die alte tertiäre Transgressionsfläche, die schwach nach Süden fallende Schichtfläche eines gelblichweißen Argovienkalkes. Dieselbe ist derart dicht mit den bekannten napfförmigen Vertiefungen versehen, daß offenbar fast jedes der aufruhenden Gerölle einen Eindruck hinterlassen hat. Offenbar ist ja auch die Bedingung zu ihrer Bildung besonders günstig, weil sich auf der Oberfläche der Mergelkalke unter den durchlässigen Tertiärgeröllen das Lösungswasser besonders reichlich ansammeln und halten konnte.

Über der Nagelfluh finden sich Tertiärbildungen nur da, wo sie gegen die Abtragung einen besonderen Schutz besitzen: unter der Überschiebungsfläche der Ketten, also am südlichen Rande der Tafel. Die Fossilien, die erforderlich wären, um den Zeitpunkt sowohl der Nagelfluhbildung als auch der Überschiebung noch enger zu umgrenzen, als bis heute möglich ist, haben sich leider darin immer noch nicht gefunden.

Tabellarische Zusammenstellung der Tertiärbildungen.

Formationsglied	Stufe	Gestein	Fossilien	Unterlage	Jungtertiäre Störungen	Alttertiäre Störungen	Lokalitäten
Faltenbewegungen im Kettenjura, vereinzelt auf den Tafeljura übergreifend							
Miocän	Oberes (Tortonien)	Juranagelfluh	—	—	+	—	Allgemein
		Weißer Landschneckenkalk	*Helix inflexa, Clausilia maxima, Limnaeus, Planorbis, Pupa, Hydrobia*	Juranagelfluh	+	—	Häfelfingen (Hof Eich und Mattenhof)
		Juranagelfluh	—	Dogger, Malm oder Tertiär	+	—	Allgemein
		Weißer Süßwasserkalk	*Limnaeus dilatatus* Noulet	Heliciten-mergel	+	—	Zwischen Bennwil und Diegten
		Brauner Süßwasserkalk					
	Mittleres (Helvétien)	Rote (und weiße) Mergel mit weißen, roten und grauen Kalkknollenlagen	*Helix sylvana* Klein	Dogger, Malm oder tieferes Tertiär	+	—	Allgemein verbreitet. Besonders mächtig zwischen Bennwil und Diegten
		Muschelbreccien, Konglomerate, Kalksandsteine (und roter Kalk)	*Ostrea, Pecten,* Bryozoen etc.	Hauptrogenstein bis *Crenularis*-Schichten; Tertiär	+	—	Allgemein verbreitet; von N. nach S. an Korngröße und Mächtigkeit rasch abnehmend. Tennikerfluh, Wittinsburg, Rünenberg, Mettenberg, Hasenweid, Höhe Nüchter bei Hölstein etc.
		Marine Abrasion im Tafeljura					

Oligocän	Unteres (Sanonisien, Ligurien)	Weißer Süßwasserkalk mit verschiedenen Varietäten	*Limnaeus longiscatus, L. fusiformis, L. elongatus, Planorbis pseudoammonius*	Effinger- bis *Crenularis*-Schichten	—	+	Stammbad bis Rüti bei Niederdiegten
		Gelber und weißer Landschneckenkalk und Knollenmergel	*Clausilia densicostulata, Pupa perdentata, Helix*	Sequan	—	+	Hof Waigist bei Hölstein
Eocän		Roter (brecciöser) Süßwasserkalk mit Malmkomponenten	—	Malm	+	+	Klebenrain bei Känerkinden, Ei bei Oberdiegten, Hornet bei Bennwil
		Weißer, z. T. oolithischer Streifenkalk (mit Pflanzenresten, z. T. mit Bohnerz und Malm als Komponenten)	—	Malm und Bohnerz	+	+	Bauflen bei Oberdiegten. Ei bei Oberdiegten, Klebenrain bei Känerkinden, Höhe Finelen bei Hölstein, Hof Gieß bei Känerkinden
		Bohnerzkonglomerat, durch Süßwasserkalk verkittet	—	Malm und Bohnerz	+	+	Ei bei Oberdiegten, Hornet bei Bennwil, Hof Gieß bei Känerkinden
		Echtes Bohnerz. Basalkonglomerat aus Malmkomponenten, Bohnerz, Jaspis, Kieselknollen, roter Bolus, Quarzsand	—	Malm	+	+	Bauflen bei Oberdiegten, Ei bei Oberdiegten, Hornet bei Bennwil, Hof Gieß bei Känerkinden

Am reichsten ist die Ausbildung solcher Tone, Kalke und Sandsteine in der weiteren Umgebung von Läufelfingen, wo sie bereits durch DE VILLIERS beschrieben worden sind (p. 25—28). Als Ergänzung habe ich nur einen Sandstein zu nennen, der an der Wannenweid bei Buckten inzwischen zutage gekommen ist.

Durch einen ziemlich tiefen Brunnenstollen wurde ein anscheinend mehrere Meter mächtiger Sandstein freigelegt und ausgeworfen, der sich durch seine große, für so junge Schichten ungewöhnliche Festigkeit auszeichnet und technische Verwendung gestatten würde. Es ist ein gleichmäßig feinkörniger Sandstein von lichtgrauer Farbe, der aus wohl gerundeten Quarzkörnern und reichlichem Kalkcarbonat als Bindemittel besteht. Ein ziemlich bedeutender Tongehalt ist erstens durch das ganze Gestein verteilt und zweitens örtlich schichtweise angereichert in Form echter, flach linsenförmiger Tongallen, die im Gegensatze zum Hauptgestein durch Eisen lehmbraun gefärbt sind.

Die Bildung des Gesteines dürfte sich an die der liegenden Nagelfluh unmittelbar anschließen, sein Alter also obermiocän sein.

Der Grund, warum in den übrigen Teilen des Überschiebungsrandes ähnliche Schichten über der Nagelfluh nur spärlich oder gar nicht zur Beobachtung kommen, wird wohl nicht in einem Fehlen, sondern nur in der starken Überschüttung durch die Gesteine des Überschiebungsrandes (Hauptrogenstein und Muschelkalk) bestehen. Hier aber, bei Buckten, verdanken wir der ungewöhnlich tief einschneidenden Erosion des Homburger Baches, daß zahlreiche, sonst verhüllte, dichte Schichtlagen freigelegt sind und daß überhaupt der ganze Aufbau des Gebirges in einer Weise herauspräpariert ist, welche die Gegend für das Studium der tektonischen Grenzverhältnisse besonders brauchbar macht.

D a s D i l u v i u m ist allein durch die Grundmoränenreste der alpinen Vereisung vertreten. Solche finden sich, von offenbar herabgeschwemmten Stücken abgesehen, nur auf den Hochflächen, auf denen auch noch die Nagelfluh erhalten ist. Eine zusammenhängende Grundmoränendecke fand ich nur in der Umgebung von Häfelfingen, besonders bei Schnellismatt. An allen anderen Punkten wird sie durch vereinzelte Gerölle und Blöcke alpiner Herkunft und meist kristalliner Natur bezeichnet. Große Kalkblöcke aus dem Malm, die das Maß der Nagelfluhkomponenten weit überschreiten, zeigen sich hier und da bei Mettenberg und

bei Bennwil und sind wohl glaziale Beimischungen aus der Nachbarschaft.

In die Diluvial- und Alluvialzeit fällt in der Hauptsache die Erosion der Täler. A. Buxtorf weist darauf hin, daß auf Blatt Gelterkinden nur die kleinen Nebenbäche durch die Spalten des Gebirges vorgebildet sind, daß sich dagegen die Hauptwasserrinnen in keiner Weise an die Tektonik des Untergrundes binden (l. c. p. 102). Den Grund für diese Erscheinung bildete natürlich die Nagelfluhdecke, welche die Störungen des Untergrundes diskordant überkleidete zu jener Zeit, als die Täler durch die beginnende Einschneidung ihre spätere Richtung im wesentlichen festlegten. Nur die kleineren und deshalb jüngeren Zuflüsse konnten noch in Abhängigkeit von den tektonischen Linien geraten.

In meinem Gebiete dagegen zeigen auch die Haupttäler eine merkwürdige Abhängigkeit von der Grabenbildung im Untergrunde. Die Täler fließen nämlich allemal in den Horsten der Juratafel, während deren Gräben heute als geographische Erhebungen erscheinen (Homburger, Diegtener und Frenkental bei Hölstein). Diese Erscheinung steht offenbar mit der Erneuerung in Beziehung, welche die älteren Brüche durch die postmiocäne Faltung nachweislich dort erfuhren, wo sie an diese anstießen. Diese jüngeren Störungen zogen auch die Nagelfluhdecke und damit die damalige Erdoberfläche in Mitleidenschaft und mußten somit den Lauf der Täler mitbestimmen.

Tektonische Spezialbeschreibung.

(Hierbei benutze man die tektonische Übersichtskarte 1 : 50000 das Tafelgebiet nördlich der Überschiebung (Taf. IV) und die Profilserie 1 : 25000 (Taf. V), ferner die Blätter Hölstein und Läufelfingen des Schweizer Siegfriedatlas 1 : 25000.)

Überblicken wir von einem höheren Standpunkte, etwa vom Wiesenberg bei Läufelfingen, das nördliche Vorland des Kettenjuras, das sich unter uns ausbreitet, so sehen wir eigentlich nur in nördlicher und nordöstlicher Richtung die Eigenschaften entwickelt, denen das ganze Gebiet die Bezeichnung Tafeljura verdankt. Der ganze nordwestliche Teil zeigt durch eine Menge von Rücken und Höckern und durch einen anscheinend regellosen Wechsel von Wald, Wiesen und Feldern eine derart unruhige

Physiognomie, daß schon das topographische Bild es rechtfertigen dürfte, eher von Schollen- als von Tafeljura zu reden.

Diese Ansicht findet durch das geologische Verhalten ihre Begründung. Denn während wir bei der Einzeluntersuchung diesen nordwestlichen Teil vollständig in einzelne Schollen zerlegt finden, beginnt erst nördlich von unserem Standpunkt, etwa in der Richtung auf den hochgelegenen Ort Rünenberg, eine nur unerheblich gestörte, fast völlig zusammenhängende und einfach gebaute Tafel sich nach Osten hin auszubreiten. In diesem Gebiet setzt daher zweckmäßig die tektonische Einzelbeschreibung ein, um von da aus nach Westen fortzuschreiten.

1. Östlich vom Homburger Tal.

a) Das Tafelstück im südlichen Teil.

Steigen wir etwa vom Wiesenberg über die Wiesen, unter denen sich der Muschelkalk des Berges versteckt, nach Norden auf das Tafelland hinab, so treffen wir nördlich Hofmatt in den Feldern Mergel, Sandsteine und Nagelfluh des Tertiärs an. Dieses bildet die oberste Decke des Tafeljuras und kommt unter dem Muschelkalk der Ketten flach geneigt hervor. Steigen wir weiter in nördlicher Richtung abwärts, so steht auf dem Cigerhügel Nagelfluh an; biegen wir dann nach Punkt 556 südlich Dürrenhügel östlich um, so sehen wir den absteigenden Weg tertiären Helicitenmergel anschneiden und wenige Schritte tiefer die unverkennbaren, hellen Effinger Schichten; diese sind also hier das unmittelbare Liegende des Tertiärs. Sie begleiten uns, während wir am Dürrenhügel entlang uns nordwestlich nach dem Östergau wenden, bis das Callovien hervorkommt. Das ganze, mäßig ansteigende Wegstück Östergau—578 verläuft auf den sanft südlich einfallenden Schichtplatten der *Varians*- und *Macrocephalus*-Schichten. Weiter westlich treffen wir alsbald den Hauptrogenstein, der den Stierengraben und infolge einer leichten Neigung nach SO. den ganzen Buchenwaldbezirk der Schönihalde einnimmt. Diese normale Aufeinanderfolge von Hauptrogenstein, Callovien, Argovien und Tertiär läßt sich in der ganzen Umgegend und weit nach SW. am Rande des Kettenjura entlang verfolgen[1]. Dabei herrscht

[1] Auch weit nach Osten hin, über die Täler von Zeglingen und Oltingen hinaus, scheint wesentlich eine einfache, ungestörte Fortsetzung der hier beobachteten Verhältnisse zu bestehen.

eine Verteilung, welche vorzugsweise durch das Gesamtfallen bedingt ist. Die Schichten fallen gegen S., verschwinden deshalb in dieser Richtung und heben sich eine nach der anderen gegen N. heraus.

Von der Schönihalde durch den Stierengraben nach dem Nadelwald Stalten hinaufsteigend, treffen wir wieder *Varians*-Schichten, auf der Höhe Argovien; jenseits der Höhe können wir in umgekehrter Richtung wieder bis zum Hauptrogenstein des kleinen Tälchens hinabsteigen. Der Norden des Mattenhofes wird von Argovien, der Osten und Süden von mächtigen Süßwasserkalken des Tertiärs eingenommen.

Tertiäre Nagelfluh und Süßwasserkalke verhüllen auch auf der Hochfläche Schneidermatt — Mettenberg — Gütisbühl den Untergrund. Erst wo das Tal Häfelfingen—Rümlingen in das Plateau tief eingeschnitten ist, können wir neue Aufschlüsse erwarten.

Wir beobachten dort in der Tat eine einfache Fortsetzung der Verhältnisse im NO. Von Rümlingen aus begleitet der Hauptrogenstein beide Talseiten aufwärts, an der linken auf einige hundert Meter die *Blagdeni*-Schichten unter sich freilassend. Südlich Hof Eich verschwindet er nördlich der Fahrstraße nach Häfelfingen unter den *Varians*-Schichten, die hier ins Tal hinabsteigen, nachdem sie seinen oberen Rand in einer kleinen Stufe begleitet hatten und südwestlich Mettenberg und hinter Hof Eich in guten Aufschlüssen freilagen. Weiterhin sehen wir auf der Fahrstraße Eich—Häfelfingen bei „In den Reben" auch das Argovien herabkommen, das seinerseits in der ganzen übrigen Umgebung des Ortes von Nagelfluh bedeckt ist. Bei diesen einfachen Lagerungsverhältnissen mußte es überraschen, südlich des östlichen Hauses von Häfelfingen mitten in jüngeren Schichten eine kleine Partie von *Varians*-Schichten aufgeschlossen zu finden, durch Gestein und Fossilien deutlich gekennzeichnet.

Ein zweites gleichartiges Vorkommen wird durch den von Häfelfingen in östlicher Richtung hinter Hof Rütli vorüber nach der Pferchweid führenden Feldweg an der Stelle angeschnitten, wo der Weg die 630 m Höhenlinie schneidet. Die beiden Punkte sind durch Tertiär getrennt, das durch den gleichen Weg in Form roter Mergel aufgeschlossen ist, ferner östlich Kirschgarten als Nagelfluh, Sandsteine und Mergel ansteht.

Eine Erklärung für diese Vorkommen in einer Höhe von 570 und 630 m, während die nächstbenachbarten gleichen Schichten 40 bezw. 100 m tiefer und durch Argovien und Tertiär davon getrennt anstehen, vermochte ich bei dem Mangel an Aufschlüssen im nächsten Umkreis nicht zu finden. Vielleicht, daß es sich um eine ähnliche Aufbiegung des Südrandes des Tafeljuras, wie sie von Buckten beschrieben wird, oder um aufgeschürfte Schollen oder gar Teile der südlichen Überschiebungsmasse handelt.

Bei der höher gelegenen Stelle, die offenbar über anstehendem Tertiär liegt, ist vielleicht mit einiger Wahrscheinlichkeit an eine Ostfortsetzung der *Varians*-Schichten von der Wannenweid bei Buckten zu denken. Wir hätten es dann mit dem (liegenden?) Nordschenkel des Homberggewölbes zu tun.

Die Hauptrogensteinwand, die von Rümlingen aus südostwärts beide Seiten des Häfelfinger Tales ausmacht, zieht auch auf der Ostseite des Haupttales nach Buckten hinauf. Sie bildet zunächst den Westhang von Hornberg und Hornholz, von den *Blagdeni*-Schichten der Weiermatt unterteuft, und greift dann in das Talweidtälchen zurück, wo hinter dem Hofe das Gestein in einem kleinen Bruche gewonnen wird; im Westabhang von Neumatt und Halde erscheint sie durch die Eisenbahn und dann östlich Buckten vor der Eisenbahnüberführung durch die Fahrstraße nach Häfelfingen angeschnitten. Das Einfallen ist dabei immer ganz schwach, etwa 2° südlich. Hier treffen wir auch die *Varians*-Schichten wieder, die wir bei Häfelfingen (Hof Eich) verlassen hatten. Sie umziehen von Schnellismatt nordwestlich Häfelfingen den oberen Rand der beschriebenen Hauptrogensteintafel über die Höhe Horn, hinter Talweid vorüber und über die Fluren Neumatt und Halde. Dann sind sie wenige Meter östlich des Eisenbahndammes an der Fahrstraße Buckten—Häfelfingen gut aufgeschlossen. Das nächste anstoßende Vorkommen liegt erst fast unmittelbar westlich Hof Schloßmatt, während weiter westlich davon das ganze Gebiet bis zur Dorfmatt über die große Felswand nordwestlich Katzenbach von Hauptrogenstein eingenommen wird.

Das Hangende der *Varians*-Schichten ist auf den Höhen zwischen Häfelfingen und Buckten allenthalben tertiäre Nagelfluh mit vereinzelten Mergelkalken (beim Birchhof) und verbreiteteren glimmerreichen, feinkörnigen Sandsteinen (Lesestücke zwischen Birchhof und Isental).

DE VILLIERS hat auf Grund einiger Lesestücke von der Schloßmatt nach N. einen Streifen Malm gezeichnet und diesen etwa von dem Punkte ausgehen lassen, wo am Hofe Schloßmatt in Wirklichkeit noch *Varians*-Schichten anstehen. Dies Vorkommen war ihm, nach mündlicher Mitteilung, nicht bekannt, und ich glaube bei dem hohen Hinaufgreifen des Doggers bis zum Tertiär an diesem Punkte keinen Malm zwischen beiden auszeichnen zu dürfen.

b) Allgemeine Lagerung.

Wir haben festgestellt, daß das Geländedreieck Schönihalde (SSW. Rünenberg)—Rümlingen—Buckten auf einer zusammenhängenden Schichtenplatte liegt, die aus *Blagdeni*-Schichten, Hauptrogenstein, *Varians*-Schichten, Argovien und Tertiär besteht. Die Lagerung und Gestalt dieser Platte wird aus dem Verlaufe der Schichtgrenzen zu den Höhenkurven der Karte verständlich.

Die obere Grenzfläche des Hauptrogensteins schneidet die Oberfläche östlich Rümlingen in 580 m Höhe, ebenso südlich davon auf der Höhe Horn; bei Talweid und Neumatt liegt sie nur noch 550 m, bei Halde 530 m, an der mehrfach erwähnten Bucktener Eisenbahnüberführung 510 m hoch. Anstatt sich in südlicher Richtung weiter zu senken steigt sie von diesem Punkte aus scharf an; denn bei Hof Schloßmatt finden wir sie 570—580 m hoch. Infolgedessen kommen unter der Rogensteinwand von Katzenbach an einer Landstraße noch die *Blagdeni*-Schichten hervor, die bei Buckten 50 m unter der Talsohle enden mußten.

Nordwestlich Häfelfingen liegt die obere Grenze des Rogensteins bei 530 m, beim Hofe Schüracker östlich Mettenberg und im Stierengraben (Schönihalde) bei 520 m. Es findet also auch in östlicher Richtung ein deutliches Niedersinken statt, woraus ein Gesamteinfallen der Platte nach Südosten resultiert.

Der Betrag dieser Neigung berechnet sich, bei 60 m Höhenunterschied auf 2 km Entfernung, zu 1 : 33, was einem Winkel von $1\frac{1}{2}^0$ entspricht. Das nördliche Einfallen von Schloßmatt nach Buckten beträgt 70 m auf 600 m, gleich rund $6^0\,45'$. Diese Angaben über die Obergrenze des Hauptrogensteins bestimmen natürlich auch die Lage der übrigen konkordanten Juraschichten.

Anders ist das Verhalten der miocänen Decke: Ihre Unterfläche ist nach Höhenlage und Gestalt durch folgende Punkte bestimmt:

Rünenberg	600
Gutisbühl	590
Mettenberg	570
Eich	560
Mattenhof	570
Oestergau	560
Häfelfingen	560
Birchhof	555
Wannenmatt	545
Schloßmatt	610

Wir müssen zunächst die tiefen Punkte Birchhof bis Schloßmatt ausschließen, die in das Gebiet der Bucktener Depression fallen. Die anderen Zahlen ergeben dann, trotzdem noch das nördlichere Rünenberg mit einbegriffen ist, auf einer Strecke von 2 km in nordwestlicher bis südöstlicher Richtung ein Fallen von nur 20—30 m (im Gegensatz zu dem 70 m des Jurauntergrundes); dies entspricht einem Winkel von nicht über $\frac{3}{4}^0$ (dort $1\frac{1}{2}^0$). Es besteht also zwischen Jura und Tertiär eine deutliche Diskordanz.

Ein Beweis dafür ist auch, daß von NW. nach SO. immer höhere Schichten der Juraformation unter der Tertiärdecke erhalten sind. Tatsächlich liegt auf der Höhe Gutisbühl und westlich Rünenberg das Tertiär auf den *Varians*-Schichten. Im Östergau sahen wir darüber die *Macrocephalus*-Schichten und das Argovien, ebenso am Mattenhof und bei Häfelfingen den oberen Dogger und das untere Argovien entwickelt; erst auf diesem liegt dort die Nagelfluh. Nordwestlich Häfelfingen ist die Ausdünnung dieser Schichten von S. nach N. gut nachzuweisen. Während nämlich unmittelbar bei Häfelfingen das Argovien noch in ansehnlicher Mächtigkeit ansteht, ist es schon in der Flur Eich, nördlich Hof Eich, kaum zu finden, und im Orte Mettenberg auf einige lose Blöcke reduziert. Nördlich von diesem Punkte kommt es im ganzen Tafeljura nur noch in Grabenbrüchen versenkt vor.

c) Die vier Verwerfungen des Krintales.

Absichtlich wurde bisher von der Besprechung ausgeschlossen das Gebiet zwischen der Linie Rümlingen—Schönihalde—Rünenberg und dem Nordrande des Untersuchungsbereichs. Die vier Verwerfungen, die dort das Krintal kreuzen und den bisher beobachteten Zusammenhang der Tafel stören, treten in folgender Weise in die Erscheinung:

Begibt man sich von der Station Sommerau südwärts an den Fuß der steilen Weidhalde, so gelangt man über verschiedene Stufen in den harten horizontalen Bänken der *Sauzei*-Kalke an einen unvollkommenen Aufschluß; in seiner Mitte fällt durch die dunkelrotbraune Farbe und die äußerst reiche Fossilführung der *Humphriesanus*-Oolith auf, und unmittelbar darüber beginnen die grauen Sandkalke der *Blagdeni*-Schichten in horizontaler Lagerung; sie verschwinden wenige Meter höher unter dem bewaldeten Schutt des Hauptrogensteins, der den Berg zusammensetzt. Die gleiche Schichtenfolge ist noch besser durch den Fahrweg Rümlingen—Nebikershof freigelegt und liefert auch dort reichlich Fossilien, besonders aus der *Humphriesi*-Schicht.

Folgen wir aber dem Nordfuß der Weidhalde nach SO., so treten nahe Punkt 448 plötzlich im Bachbett die *Blagdeni*-Schichten auf, die wenig westlich noch 30 m höher ihre Basis haben. An der gleichen Stelle erscheint im Walde stark sinterbildend eine Quelle. Also haben wir hier eine Verwerfung, welche die *Blagdeni*-Schichten neben die *Sauzei*-Schichten legt; sie bildet die südliche Fortsetzung des nordsüdlichen Bruches Eigen—Anstaltsmatte auf Blatt Gelterkinden. Sie hat indessen nur noch geringe Sprunghöhe, so daß sie auf der Höhe beim Nebikershof nicht mehr zu beobachten ist. Doch wäre es denkbar, daß eine starke Auflockerung der Gesteine im Norden des Hasenloches westsüdwestlich Mettenberg, die dort eine auffallende Überrutschung des Rogensteinabhangs mit *Varians*-Material zur Folge gehabt hat, durch eine letzte ausklingende Bewegung auf dieser Spalte nach der Ausnagung des Tales verursacht ist.

Beschreitet man nun die Fahrstraße, die durch den Wald den rechten Abhang des Krintales nach Rünenberg hinaufsteigt, so sieht man zunächst auf weitere Erstreckung die *Blagdeni*-Schichten angeschnitten, die den gegenüber im Bache erschlossenen entsprechen. Dann legt sich 200 m nordwestlich der Eselfluh der Hauptrogenstein darüber und reicht bis zur Eselfluh einschließlich. Hier hört er plötzlich mit einer steilen, aus dem Walde nördlich herabkommenden Wand auf und macht wieder den *Blagdeni*-Schichten Platz, die unmittelbar und zwar in fast horizontaler Lagerung anstoßen.

Wir haben einen zweiten Bruch vor uns, mit abgesunkenem Westflügel. Die Verwerfungsfläche des Hauptrogensteins ist

infolge der Erosion der weicheren *Blagdeni*-Schichten freigelegt; sie fällt steil nach Westen ein (unter etwa 50°) und zeigt sich stark mit Reibungsbreccie aus Rogensteinmaterial beklebt. Auch der westlich anstoßende Hauptrogensteinklotz der Eselfluh ist von zahlreichen sekundären Spalten durchzogen, die als Adern einer Zertrümmerungsbreccie hindurchgehen.

Nach Norden ist dieser Bruch, da er Hauptrogenstein zur Linken und Rechten hat, nicht genau zu verfolgen; doch ist 200 m nordnordöstlich nahe der scharfen Nordbiegung der von Rünenberg kommenden Waldstraße mitten im Walde eine ähnliche Breccie zu beobachten, die auf den Bruch hindeutet. Derselbe setzt offenbar den Bruch Mületal—Rebhalde auf Blatt Gelterkinden nach Süden fort[1]. Noch weiter südlich am linken Krintalhang ist er weniger gut aufgeschlossen, aber ebenfalls unzweifelhaft vorhanden und wird dort durch eine isolierte Rogensteinfluh im Walde nördlich Trüllen und durch einen breiten, hohen Schutthügel augenfällig, der von ihrem Fuß herabkommt und in seinen oberen Partien durch eine Quelle stark versintert ist. Die Quelle ist als Spaltenquelle zu deuten; die Fluh verdankt ihre Entstehung wieder der Entblößung der Rogensteinplatte von den südöstlich daneben gelegten *Blagdeni*-Schichten. Tatsächlich steht unmittelbar östlich von dieser Stelle an einem neuen Waldwege unter denselben sogar der *Humphriesi*-Oolith an, während westlich davon der Hauptrogenstein fast den Talboden erreicht hatte. Auf der Höhe Trüllen und jenseits des Tertiärs von Mettenberg ist der Bruch nicht mehr nachweisbar. Da die Sprunghöhe bei Mühletal (2,6 km weiter nördlich) noch etwa 60 m, an der Eselfluh nicht mehr über 35 m betrug, so ist ein Ausklingen der Verwerfung in dieser Gegend zu erwarten.

Mit dem zuletzt beschriebenen Bruch Eigen—Weidhalde hängt dieser insofern ergänzend zusammen, als er mit ihm eine eingesunkene Scholle, den Eselfluhgraben, einschließt.

Im Osten der Eselfluh treten gleich bedeutende Störungen nicht mehr auf. Über die *Blagdeni*-Schichten der Eselfluh legen sich 350 m oberhalb an der Landstraße wieder die untersten Rogensteinbänke, südöstlich einfallend. Im Süden des Krintals verschwinden die *Blagdeni*-Schichten an der Westecke des nach dem

[1] Vergl. Zit. 1. p. 92.

Mattenhof hinaufziehenden Tälchens in gleicher Weise. Eine Quelle scheint an diesem Punkte auf der tonigen *Blagdeni*-Oberfläche unter den klüftigen Rogensteinkalken auszutreten. Die ganze übrige rückwärtige Umfassung des Krintales baut Hauptrogenstein auf.

Die gebrochene Störung, die zwischen dem Wald- und dem Feldbezirke von „Im Bann" eingezeichnet ist, wurde zur Erklärung folgender Beobachtung angenommen: Im Walde bis auf die Höhe von 605 m ist horizontaler Hauptrogenstein mehrfach aufgeschlossen, die Wiesen dagegen und auch das dreieckige Waldstück nördlich der Fahrstraße, bevor diese den Wald verläßt, werden von *Varians*-Mergeln mit deutlichen Fossilien eingenommen. Eine Quelle, die im Walde nahe der Landstraße entspringt, eine Rogensteinmauer, die ebenda von NO. nach SW. herabläuft, und eine Reibungsbreccie im Rogenstein der Landstraße bestätigen das Vorhandensein der Verwerfung. Auf der Südseite des Tales läßt sich diese noch bis in den Schüracker bei Mettenberg verfolgen. Der Hauptrogenstein fällt mit einer nach SW. verlaufenden Stufe östlich ab; neben ihm liegen *Varians*- und Effinger Schichten. — Durch das Miocän der Mettenberger Hochfläche setzt die Verwerfung n i c h t hindurch.

Wir begegnen hier also zum ersten Male der aus der Nachbarschaft schon bekannten Erscheinung, daß eine Verwerfung nur die jurassischen Schichten, nicht auch das jüngere Tertiär betroffen hat. Die obermiocäne Nagelfluh überlagert die älteren Schollen diskordant. Im Westen der Schürackerverwerfung hat sie *Varians*-Schichten, im Osten Effinger Schichten zur Unterlage. Hierdurch ist auch die größere Verbreitung erklärt, die das Argovien in dieser Gegend nach O. gewinnt, während es auf den westlichen Teilen der Hochebene gänzlich fehlt.

Auch am Wege Krintal—Kätzligraben hört links der Hauptrogenstein mauerartig neben den tieferen *Varians*-Schichten rechts vom Wege auf, so daß eine Verwerfung zur Erklärung herangezogen werden mußte, welche ebenfalls NS.-Richtung und gleichfalls nur lokale Bedeutung hat.

Immerhin kann man den Hauptrogenstein von „Im Bann" als Horst zwischen dem Eselfluhgraben und den östlichen Staffelbrüchen auffassen. Von der Gegend des Hofes Schüracker gesehen, tritt er, einem hohen Sargdeckel gleichend, über die Umgebung fast imposant heraus.

2. Zwischen Homburger und Diegter Tal.

Von Katzebach südlich Buckten bis Rümlingen sahen wir die Ostseite des Homburger Tales von Hauptrogenstein gebildet, unter dem an der Weiermatt die *Blagdeni*-Schichten emporstiegen. Die Westseite erweist sich durch gleiches Verhalten als ruhige Fortsetzung der östlichen Platte.

Dies ändert sich im Norden von Rümlingen. Denn während am rechten Hang ganz entsprechend der Vertiefung des Tales und dem Ansteigen der Schichtenplatten nach Norden, *Humphriesi*- und noch tiefere Schichten aus dem Talboden auftauchen, reichen diese westlich Rümlingen nur bis in die Nähe des nördlichsten Hauses. Die *Sauzei*-Schichten stehen dort in einem Gebüsche an, während am südlichsten Hause des Ortes der zugehörige *Humphriesi*-Oolith aufgeschlossen ist. Dann tritt wieder der Hauptrogenstein tief herab und behält diese Lage bis zum Hofe Tschattnau, wo die *Blagdeni*-Schichten, 15° O. fallend, eben noch darunter frei werden.

Dieses Einfallen widerspricht aber der schwach südlichen Neigung und der weit höheren Lage der gleichen Schichten auf der gegenüberliegenden Talseite völlig. Es muß also erstens der Tallauf einem NS.-B r u c h folgen, und zweitens muß q u e r z u m T a l eine Störung verlaufen, welche die ungleich hochliegenden und ungleich geneigten Partien nördlich und südlich Rümlingen voneinander trennt.

Dieser zweite Bruch ist nur durch e i n e n Punkt, den Austritt eines kleinen Tälchens westlich Rümlingen, das die beiden Schollen trennt, bestimmt. Im übrigen wurde er so gezogen, daß er von einer südlichen, im ganzen schwach südlich fallenden Partie, eine nördliche scheidet, in der, wie zahlreiche Aufschlüsse lehren, ein sehr wechselndes, im ganzen aber starkes Ostfallen herrscht. Dies Ostfallen erklärt auch die scheinbar bedeutende Mächtigkeit (110 m) des Hauptrogensteins im Osten von Wittinsburg.

Diese Querverwerfung macht ferner die tiefe Einknickung der Plateaulinie verständlich, in die der Ort Wittinsburg, von den gegenüberliegenden Höhen gesehen, zu liegen kommt.

Wer von Buckten aus nordwestlich nach dem Hofe Ägerten hinaufsteigt, sieht die Landstraße beständig von dem zur Häfelfingen—Bucktener Platte gehörigen Hauptrogenstein begleitet.

Verläßt man beim ersten Hofe Ägerten in westlicher Richtung die Straße, so steigt man über eine sanfte Geländestufe in die Wiesenflächen Bodenacker—Breitenweg—Lörracker hinab und findet sie vollkommen von Effinger Mergeln eingenommen. Ihre Lage in und unter dem Niveau des anstoßenden Hauptrogensteins, der ein mäßiges SO.-Einfallen besitzt, verdanken diese Schichten einer Verwerfung Wittinsburg—Känerkinden. Diese ist dicht westlich vom Hofe Ägerten in einem kleinen Rogensteinbruch aufgeschlossen, in dem auch die Schleppung des höheren Flügels deutlich ist. Die nördliche Wand des Steinbruches, etwa 6 m lang, zeigt östlich fast horizontale Rogensteinbänke; nach Westen biegen sie sich, unter gleichzeitiger starker Zertrümmerung bis zur Unkenntlichkeit der Schichtung, steil herab, und im Eingange der noch weiter westlich liegt, stehen in einigen Blöcken bereits die Effinger Schichten an, ebenfalls zertrümmert und mit Calcit auf Adern imprägniert.

Nach S. läßt sich die Störung nur bis zum Dorfe Känerkinden verfolgen, durch das sie hindurchgeht, da westlich Argovien, östlich Hauptrogenstein ansteht. Dann verschwindet sie unter dem Tertiär; kommt jedoch vermutlich in der Nord-Süd-Verwerfung zwischen Hard und Katzenrücken, also im gefalteten Gebiet, wieder zum Vorschein, was unten zu besprechen sein wird.

Die Verfolgung des Bruches vom Hofe Ägerten nach N. ist einfach und lehrreich: Zwischen Lörracker und Hinterholz fällt er mit der Fahrstraße und dem Waldrand zusammen, durchschneidet dann Wittinsburg an der Dreiteilung der Landstraße und tritt nördlich Hof Schorren in das enge Waldtälchen ein, dessen nördlichem Verlaufe er genau entspricht; denn der linke Steilhang der Schlucht wird beständig von vollständig aufgeschlossenen Effinger Schichten, der rechte von der Rogensteinwand gebildet, die stellenweise zerklüftet und mit Resten von Reibungsbreccie bedeckt ist. Der Bach fließt auf Trümmern beider Gesteine, deren starke Versinterung z. T. austretenden Spaltenquellen zuzuschreiben wäre.

Dann kreuzt der Bruch das Tschattnauertälchen östlich des isolierten kleinen Waldstückes bei Jelten und trennt bis zum Rande der Karte, wo er in den Bruch Gritt—Barmenrein einmündet, die Wiesen- und Nadelwaldbezirke des Argoviens von Jelten von dem Buchenforst nordwestlich Tschattnau, der auf Hauptrogenstein und darunter auftauchenden *Blagdeni*-Schichten

liegt. Die Sprunghöhe bleibt bei Jelten, wo zwischen *Blagdeni*-Schichten und Argovien der ganze Hauptrogenstein und oberer Dogger ausfällt, nicht unter 110 m. Ob sie nach S. abnimmt, ist bei der großen Mächtigkeit der beiden, einander beständig begleitenden Schichtenkomplexe nicht zu ermitteln.

300 m nach W. tritt von N. ein zweiter Bruch auf mein Gebiet über, der mit dem ersten einen Graben einschließt und die gleiche große Sprunghöhe besitzt. Seine weitere Verfolgung wird leider durch das Miocän unmöglich gemacht, das sich, ebenso wie früher und von andern beobachtet, diskordant über die älteren Schichten legt und an ihren Bewegungen nicht teilgenommen hat. Das schon von Buxtorf festgestellte v o r m i o c ä n e Alter der Brüche geht auch hieraus deutlich hervor.

Nur bei Unterfur nordwestlich Wittinsburg ist der Bruch (Glanzmatt—Holzboden auf Blatt Gelterkinden) noch nachzuweisen, weil jenseits des Argovien von Jelten wieder die *Varians*-Schichten auftreten, die bei der höheren topographischen Lage ganz normal den Hauptrogenstein des westlichen Grabenrandes bedecken müssen. Auf die vollkommen korrespondierende Lage der beiden ungestörten Horststreifen zu beiden Seiten des tief eingesunkenen und stark gestörten Grabens sei besonders aufmerksam gemacht, da wir entsprechenden Verhältnissen noch mehrfach begegnen werden.

Der Versuch, jenen zweiten Bruch weiter nach S. zu verfolgen, wird, wie gesagt, durch die Nagelfluhdecke verhindert. Erst die westlich gelegenen Partien des höheren Flügels werden jenseits des Tertiärs wieder frei in Gestalt des Hauptrogensteins, der (als normales Liegendes der *Varians*-Schichten von Unterfur) die Bezirke Halde, Müller acker, Birckacker und weiterhin Fohr, Striegel, Langacker einnimmt.

Über die ganze übrige Partie der Hochfläche legt sich ein nordsüdlich gestreckter Miocänstreifen. Unter diesem kommen westlich überall Hauptrogenstein mit etwas *Varians*-Schichten heraus, östlich auf der ganzen Strecke Wittinsburg—Känerkinden immer die gleichen Effinger Schichten. Zur Erklärung dieser Lagerung glaubte ich zuerst eine einfache Südfortsetzung der Unterfurverwerfung unter dem Tertiär hinweg annehmen zu müssen. Später kam mir aber dann ein glücklicher Zufall zu Hilfe. Gerade an dem wichtigsten Punkte, im N. von Hof Sonnen-

berg, wurde mit einer Brunnenbohrung die Tertiärdecke durchsunken: Es besteht nun der Auswurf dieser 15 m tiefen Grube neben tertiären Mergeln und Meeresbildungen vorwiegend aus Ornatentonen mit zahlreichen Pyritammoniten und aus zurücktretendem Gestein der *Macrocephalus*-Zone und der Birmensdorfer Schichten. Das sind aber die Horizonte, die zwischen die *Varians*-Schichten des Westflügels und die Effinger Schichten des Ostflügels hineingehören: Sie sind also nicht mehr, wie weiter nördlich, durch Verwerfung unterdrückt. Der Unterfurbruch hat also sein Ende erreicht und die Nebeneinanderlagerung der verschiedenalterigen Schichten kommt nicht mehr durch Verwerfung, sondern durch schiefe Stellung der ganzen Scholle zustande.

Das beobachtete Einfallen stimmt damit überein. Im östlichen Teile fallen nämlich die Effinger Schichten mit 10—14° nach O. bezw. OSO. (gemessen bei Wittinsburg); im westlichen besitzt der Hauptrogenstein gleichfalls eine Neigung nach O., die bei Langacker mit 5° gemessen wurde. Kleine Unregelmäßigkeiten treten also innerhalb der Scholle doch noch auf, so daß wir in ihrem medianen Teile eine flexurartige Abbiegung als Fortsetzung der Verwerfung im N. vielleicht anzunehmen haben.

Fast auf seiner ganzen Erstreckung von Einschlag am Nordrand der Karte bis Gieß westlich Känerkinden fällt der Hauptrogenstein der westlichen Schollenhälfte nach W. in einer mauerartigen, bewaldeten Steilstufe ab. Die harte Rogensteinplatte endet plötzlich und stößt auf einer gradlinigen nordsüdlich verlaufenden Grenze an einen ausgedehnten Komplex von weichen Effinger Schichten an.

Dieser Umstand erfordert die Annahme einer neuen Verwerfung: Diese verläuft als Fortsetzung des Bruches Retmatt—Einschlag auf Blatt Gelterkinden von Einschlag nordsüdlich nach Hof Gieß und hat die Nadelwald- und Wiesenbezirke des Argoviens von Talacker—Leisimatt—Wüstmatt—Mulde—Klebenrain neben die erwähnte östliche Hauptrogensteintafel gelegt. Die Sprunghöhe beträgt auf der ganzen Strecke von 4 km mindestens 100 m, vielleicht weit mehr. Der landschaftliche Kontrast zwischen der harten, buchenbewaldeten Rogensteinkante und den welligen, halb kahlen, halb mit dunkeln Kiefern- und Fichtenwaldungen bestandenen Argovienbezirken ist

überaus groß und macht den landschaftlichen Überblick für den Kundigen zur geologischen Karte.

Die Gesteine, die an der Verwerfung Talacker—Gieß mit der östlichen Hauptrogensteintafel zusammenstoßen, gehören größtenteils den Effinger Schichten an. Auf diesen erscheinen andere (jüngere) Bildungen nur an drei Stellen. Erstens auf der Höhe Bähl, wo marines Mittelmiocän und Juranagelfluh von 610 m Höhe ab daraufliegen. Ganz die gleiche Höhenlage besitzen dieselben Schichten auf dem anstoßenden Rogensteinhorst. Eine Einbeziehung des Miocäns in die Schollenverschiebung hat also nicht stattgefunden. Die Tertiärhalbinsel von Bähl, die nach W. auf den Malmgraben hinübergreift und unter welcher der Bruch Talacker—Gieß vollkommen verschwindet, zeigt das vormiocäne Alter dieses Bruches ganz besonders schön.

Auf den Effinger Tonen liegt marines Mittelmiocän, ferner an einem getrennten Punkte dicht bei Hof Bählwaid, in unmittelbarer Nähe der Verwerfung. Das Tertiär wird durch ein spärliches Relikt von Sanden und konglomeratischen Sandsteinen gebildet, die in zerrüttetem Zustande auf dem gleichfalls stark gestörten Argovien ruhen und von Nagelfluh überrollt werden. Von Interesse an diesem Vorkommnis ist, daß es dicht neben der Rogensteinwand des östlichen Verwerfungsflügels liegt und etwa 10 m unter deren oberer Kante. Hier läge es sehr nahe, an eine postmiocäne Vertiefung des Bruches um den genannten Betrag zu denken. Jch glaube aber, daß die unsichere Natur des kleinen Aufschlusses eine einfache, junge Verrutschung nicht ausschließt.

Drittens erscheinen über dem Malm die eocänen Bohnerze und obereocänen oder unteroligocänen Süßwasserkalke von Hof Gieß bis Klebenrain. Alle diese Bildungen liegen neben und unter dem Hauptrogenstein von Langacker und über 40 m tiefer als das Miocän von Wittinsburg—Känerkinden. Über die Bedeutung dieser Lagerung für die Altersbestimmung der sie bedingenden Verwerfung ist schon oben gesprochen worden. Zur Demonstration des vormiocänen und nacheocänen, also oligocänen Alters dieser Verwerfung und der übrigen Tafelbrüche überhaupt ist gerade dieser Punkt besonders geeignet: Das Miocän (Meeressande und Nagelfluh) bleibt hoch oben auf der Känerkindener Hochfläche zurück und transgrediert erst im N. auf der Höhe Bähl, wo es die Höhenlage gestattet, ungestört über die

Verwerfung hinweg auf die viel jüngeren Schichten des Grabens. Das Eocän dagegen erscheint in voller Konkordanz mit den Gesteinen des weißen Jura und ist auch wie diese an der Verwerfung entlang tief versenkt.

Die Verhältnisse zwischen dem Bruch Talacker—Gieß und dem Diegter Bach sind ziemlich kompliziert. Am leichtesten sind sie vielleicht zu klären, wenn wir das Gebiet auf zwei ostwestlich verlaufenden Linien in verschiedenen Höhen durchkreuzen.

Gehen wir etwa von Wittinsburg aus nach Tenniken westnordwestlich hinab, so steigen wir zunächst aus dem Malm des Wittinsburger Grabens auf das Tertiär hinauf, das seinen Westrand zudeckt. Im Birchacker kommen wir auf den darunter hervortauchenden Hauptrogenstein des angrenzenden Horstes, verlassen ihn aber sofort wieder und gelangen über seine mauerartig abstürzende Westkante in das Argovien der Leisimatt hinab. Dies zieht sich nach N. bis zum Talacker hinauf, wo es seinerseits unter dem Tertiär auf Blatt Gelterkinden verschwindet.

Gehen wir in gleicher Höhe nach NW. weiter, so treten wir in der Buchmatt wieder in Hauptrogenstein oder wenig höher in die zugehörigen *Varians*-Schichten ein. Südlich von Hof Altberg finden wir Effinger Schichten und westlich Hof Altberg direkt *Blagdeni*- und *Humphriesi*-Schichten, über welchen sich der Hauptrogenstein des Stockenrains aufbaut. Der untere Dogger begleitet uns dann bis nach Tenniken hinab, wo er durch den *Murchisonae*-Horizont kenntlich wird.

So wechseln also vom Birchacker bis Tenniken Dogger, Malm, Dogger, Malm, Dogger ab, ohne daß die topographische Höhenlage sich erheblich änderte. Wir haben demnach zwei schmale Malmgräben und drei Doggerhorste, die parallel nebeneinander nordsüdlich streichen. Der Einzelverlauf ist am besten aus der Karte zu ersehen. Die Sprunghöhe ist bei den vier Verwerfungen sehr verschieden. Am größten ist sie bei den beiden äußersten; am Stockenrain kommen *Blagdeni*- und untere Effinger Schichten nebeneinander, was einen Schichtenausfall von 130 m ausmacht. Viel geringer ist die Sprunghöhe der beiden inneren, den Horst von Buchmatt einschließenden Brüche, nämlich bei dem westlichen ziemlich genau auf nur 25 m zu berechnen, bei dem östlichen etwas bedeutender.

Wir können demnach das ganze Stück zwischen der Talackerverwerfung und der westlichen Altbergverwerfung als einen einzigen breiten Graben auffassen, der median durch einen schmalen Horst in zwei Untergräben geteilt wird.

All diese Verhältnisse stellen sich bei einem Vergleiche mit der Buxtorf'schen Aufnahme als Fortsetzung der dort festgestellten heraus.

Weiter südlich verliert der schmale Doggerhorst der Buchmatt seine Bedeutung ganz, und wo sich über ihn normal der Malm legt, ist er nicht mehr aus dem Malm der begleitenden Gräben zu isolieren. In der Gegend von Heuberg—Im Bulz erscheint daher das Ganze wirklich als ein einziger Malmgraben von 1 km Breite.

Erst weiter südlich, durch die Eintiefung des Rhintales, können wir Aufschlüsse über den weiteren Verlauf der Störungen erwarten. Beim Hofe Wüstmatt befinden wir uns in dem Malm des schon beschriebenen östlichen Grabens (F. 15° O.). Gehen wir von hier aus in der Talsohle nach Westen, so steigen unter den Effinger Schichten zunächst die Birmensdorfer Kalke und die Ornatentone, dann die *Varians*-Schichten und endlich auch der Hauptrogenstein nach Westen empor (Str. NS., F. 15° O.); der Hauptrogenstein bildet eine scharf ins Tal vorspringende Geländekante, in der ein Steinbruch angelegt ist. Mit diesem NS. laufenden kleinen Rücken bricht sodann der Rogenstein nach W. plötzlich scharf ab, und von neuem zeigen sich Effinger Schichten in den Wiesen, Feldern und Kiefernbeständen von Langhalde und Sangeten.

Südwestlich Hof Sangeten lassen wir die Effinger Schichten wieder hinter uns an der Stelle, wo der Wald an die Landstraße herantritt, und gelangen in *Blagdeni*-Schichten. Diese treten unter dem hohen waldigen Rogensteinrücken des unteren Sangetenrains heraus und begleiten uns auf beiden Seiten des unteren Rhintales bis wir an der Diegter Talchaussee in noch tiefere Unterdoggerschichten hinabsteigen.

Die Reihenfolge der Schichten von Wüstmatt bis hierher ist demnach: Effinger, Birmensdorfer Schichten, Ornatentone, *Varians*-Schichten, Hauptrogenstein (alle Str. NS., F. 15° O.), Effinger Schichten, *Blagdeni*-Schichten, *Sauzei*-Schichten. Wir bewegen uns demnach im ersten Teile in absteigender Folge in einem

zusammenhängenden, ostfallenden Schichtpaket, treten dann über eine Verwerfung (Sprunghöhe mindestens 80 m) in viel höhere Schichten und über eine zweite Verwerfung wieder in sehr viel tiefere Schichten. Dieser Bruch (Sprunghöhe über 130 m) ist der bedeutendste. Das ganze Grabengebiet grenzt er westlich gegen den Tenniker Doggerhorst ab und bildet die unmittelbare Südfortsetzung der großen Störung von Hof Altberg.

Der einzige Bruch, der innerhalb der Grabenzone das Rhintal durchquert, ist, dem Sinne seiner Bewegung zufolge, als Verlängerung der kleinen Verwerfung Altberg—Buchmatt aufzufassen, die also, infolge tieferer Entblößung aus den Effinger Tonen von Heuberg—Langhalde wieder klar heraustritt. Die östliche Buchmattverwerfung dagegen finden wir nicht wieder. Die gleich hohe Lage von Rogenstein und Argovien wird nicht mehr durch Bruch, sondern durch geeignete Schichtlage erzeugt; während im N. Rogenstein und Malm direkt zusammenstoßen, sind hier, 1 km weiter nach S., zwischen beiden alle Horizonte normal vertreten, wenn auch örtlich so stark geneigt, daß man an eine Flexur erinnert wird.

Die gleiche Art des Ausheilens nach S. hin hatten wir schon bei der Verwerfung Unterfur—Wittinsburg nördlich Hof Sonnenberg wahrgenommen.

Der Medianbruch Altberg—Langhalde ist auf der Südseite des Wüstmattälchens noch durch ein schwaches Heraustreten des Rogensteins und oberen Doggers aus dem umgebenden Malm kenntlich; südöstlich Hof Rhintal sind nur die *Varians*-Schichten zu finden, was eine Sprunghöhe von etwa 15—25 m bedeuten würde, und noch weiter südlich konnte ich ihn überhaupt nicht wieder finden.

Im O. von Niederdiegten erscheint demnach die ganze Grabenzone als eine einheitliche, in sich nicht mehr gestörte, breite und tiefe Senke. Aus all diesen Tatsachen geht also hervor, daß die Brüche von einer allgemeinen Tendenz zur Abschwächung und Ausheilung in der Richtung von N. nach S. in diesem Gebiete beherrscht werden.

Um die Verhältnisse im O. von Niederdiegten kennen zu lernen, folgen wir etwa dem Wege, der von Hof Sonnenberg nordwestlich Känerkinden über Mulde—Kilpen—Langenlang ins Diegter Tal hinüberführt.

„Fohr" liegt auf dem Rogenstein des östlichen Randhorstes. Wir steigen steil hinab und treten in die Effinger Schichten des Wüstmattgrabens ein. Diese begleiten uns über „Mulde" bis Kilpen, wo sie von einem kleinen Nagelfluhrelikt in 560 m Höhe bedeckt werden. Dann legen sich über die Effinger Schichten höhere Malmhorizonte: Geißberg- und *Crenularis*-Schichten und bedecken den unteren Weißjura in einer dünnen, meist durch Erosion stark zerstörten Lage, die von Wellenbuch über Kilpen bogenförmig nach Stammbach hinabzieht. Auf diesen Gesteinen treffen wir weiterhin in der Umgebung von Hof Rüti und bis Stammbach hinab unteroligocäne Süßwasserkalke. 200 m östlich Niederdiegten taucht wieder Hauptrogenstein auf, der uns bis ins Diegter Tal begleitet.

Wir haben demnach folgende Schichtreihe: Hauptrogenstein, Effinger Schichten, Geißberg- und *Crenularis*-Schichten, Unteroligocän, Hauptrogenstein. Das heißt tektonisch gesprochen: Zwischen zwei Horsten aus Rogenstein liegt ein Graben, dessen Schichten infolge allgemeinen Westfallens von O. nach W. dem Alter nach normal übereinanderliegen.

Die östliche Grenze des Grabens wird durch den schon oben beschriebenen Bruch Talacker—Gieß gebildet, die westliche ist ebenfalls eine bedeutende Verwerfung. Von Altberg im N. bis Sangeten hatten wir dieselbe verfolgt und ihre große Sprunghöhe festgestellt. Südlich Sangeten, im Wellenbuch, wird sie topographisch unsichtbar und schwer zu verfolgen, da sie zwischen die gleichartigen Gesteine des Hauptrogensteins und Sequans eintritt. Noch weiter südlich, im W. und SW. von Hof Rüti, stoßen dann Unteroligocän und Rogenstein an dem Bruche aneinander.

Gehen wir nach S. noch weiter, so erscheint die Verwerfung Altberg—Diegten, wie wir sie nennen wollen, nur noch an einer Stelle; 400 m südöstlich Kirche Diegten liegt Juranagelfluh 480 m hoch. In gleicher und größerer Höhe aber finden wir unweit westlich den Rogenstein des Tenniken—Diegter Horstes. Zwischen beiden Punkten muß also die Verwerfung hindurchgehen, und muß auch die obermiocäne Juranagelfluh mit bewegt haben.

Südlich von diesem Punkte entzieht sich die Verwerfung der Beobachtung, da das Tertiär allenthalben die Herrschaft gewinnt und zudem Aufschlüsse in dem flachen Gelände ganz selten sind. —

Zwischen Diegten und Hof Gieß beobachten wir, soweit überhaupt das Wiesenland einen Einblick gestattet, überwiegend tertiäre Nagelfluh. Nur in der Umgebung des Hofes Mettenbohl tritt aus dieser unterer Malm heraus bis zur Höhe 540 m (Effinger Schichten, Str. N. 30° O., F. 14° S.). Über diese legt sich in Erliacker ebenfalls die Nagelfluh. Dieser Malm liegt aber 60 m über der verworfenen Nagelfluh von Kirche Diegten. Es muß also westlich dieses Malmvorkommens ein zweiter junger Bruch durchgehen, der die grabenartig versenkte Nagelfluh von Diegten nach O. abgrenzt. Über die Lage dieses Bruches kann ich bei dem ganz unvollkommenen Einblick nichts Sicheres sagen. Auch weiß ich nicht, ob ich ihn als neuentstandenen postmiocänen Spalt auffassen oder annehmen soll, daß etwa schon in alttertiärer Zeit die Verwerfung Altberg—Langhalde—Rhintal bis hierhin durchgegangen und später nur vertieft worden sei.

Die Miocänschichten des Tafelstückes zwischen Homburger und Diegter Tal seien noch kurz zusammenfassend verfolgt: Auf der Wittinsburger Hochfläche liegt die Nagelfluh als ein langer, nordwestlich gestreckter Streifen, der sich über Känerkinden bis an den Überschiebungsrand hinzieht. Einen Ausläufer entsendet er nach Westen auf die Höhe Bähl. Von den Verwerfungen der Juratafel ist dieser ganze Tertiärlappen nirgends mit betroffen worden.

Getrennt davon liegt ein kleines Nagelfluhrelikt auf der Höhe Grützen südöstlich Tenniken, 600 m hoch.

Ferner treffen wir einen ganz kleinen vereinzelten Rest bei Kilpen östlich Niederdiegten in 560 m Höhe. Diese Nagelfluh liegt 20 m tiefer als die im Streichen der südfallenden Tafel korrespondierenden Punkte östlich davon. Die Ursache muß entweder eine primäre Ablagerungsverschiedenheit oder eine sekundäre postmiocäne Verlagerung sein. Ich wage es nicht, mich bestimmt für die letztere Erklärung auszusprechen, wie es Schaad („Die Juranagelfluh“ p. 18, 19) tut. Denn bei der besonders tiefen Einsenkung, welche dieses Malmgebiet in alttertiärer Zeit erfahren hat, ist es sehr wohl denkbar, daß schon damals die Schichtenoberfläche unter das Normalniveau der mittelmiocänen Abrasionsfläche hinabgedrückt worden wäre. Die Nagelfluh hätte also eine Delle vorgefunden und diese zunächst ausfüllen müssen. Daß wir uns tatsächlich nahe an der alten, durch jüngere Erosion nicht

mehr erheblich erniedrigten Oberfläche des Eogens befinden, beweisen die zahlreichen alttertiären Sedimente, die gerade in dieser Gegend auf dem Malm erhalten sind.

Von dem Schaad'schen Kartenbilde weichen meine Beobachtungen insofern unerheblich ab, als ich die beiden NS. gestreckten Nagelfluhlappen, die der Verf. zwischen Wittinsburg und Niederdiegten einträgt, in dieser Ausdehnung nicht bestätigen konnte. Trotz gründlichen Suchens habe ich nichts gefunden, als das erwähnte ganz kleine Relikt bei Kilpen und verstreute Gerölle zwischen Hof Rüti und Stammbach, deren Anstehendes nur sehr klein sein kann. Die Erklärung für die Schaad'schen Angaben habe ich oben (p. 117) zu geben versucht.

Alle Tertiärstücke im SO. von Diegten sind Teile der größeren, südlich an die Hardfalte herantretenden Partie. Im allgemeinen sinkt der Komplex nach S. gleichmäßig ein. Abweichend davon verhält sich nur die Nagelfluh von Mettenbohl—Leiern, die 40 bis 60 m tiefer liegt als ihre West- und Ostfortsetzung. Die konkordante Lage dieser Einsenkung in einem System gleichgerichteter Gräben läßt wohl bei d i e s e m Vorkommen mit voller Bestimmtheit an junge Senkung denken. Am westlichen Bruche ist auch mit aller Klarheit festzustellen, daß es sich nicht um eine j u n g e, sondern um eine a l t e Störung handelt, die nachträglich neu aufgeweckt und weiter vertieft wurde.

Auch die Ursache dieser jungen Vertiefung wird klar: Es ist die Faltung des Kettenjuras, weil wir nur in dessen unmittelbarer Nähe die Erscheinung beobachten. Den Bruch, an welchem diese junge Absenkung erfolgte, haben wir verfolgt von Altberg bei Tenniken über Sangeten, Rhintal, Wellenbuch, Langenlang bis Mitteldiegten. Seine Sprunghöhe betrug im nördlichen Teile etwa 130 m (noch weiter im Norden beginnt er am Grütsch bei Thürnen auf Blatt Gelterkinden mit höchstens 20 m). Bei Hof Rüti müssen wir 150 m, bei Langenlang vielleicht 160 m, bei Mitteldiegten, wo oberer Dogger, unterer und mittlerer Malm und Alttertiär unterdrückt werden und das Miocän mit teil nimmt, etwa 180 bis 200 m annehmen.

Dieser Bruch nimmt demnach von N. nach S. an Sprunghöhe beständig zu; dann stößt er bei Oberdiegten an den Kettenjura. Wie er sich in diesem verhält, ist in einem späteren Abschnitt zu besprechen.

3. Zwischen dem Diegtener und Hölsteiner Tal.

Im Osten von Tenniken haben wir die *Humphriesi*-Schicht bei 500 m angetroffen, der Hauptrogenstein beginnt erst 100 m über der Talsohle, so daß im Talniveau für die *Opalinus*-Tone Platz vorhanden ist. Untersuchen wir die linke Talseite, so sehen wir sie von Hauptrogenstein eingenommen, ja wir treffen bereits 40 m über dem Tal *Varians*-Schichten, die auf dem östlich einfallenden Hauptrogenstein in unregelmäßig begrenzten Fetzen liegen. Es muß also eine Verwerfung von über 100 m Sprunghöhe beide Talseiten trennen. Dieselbe beginnt v. Huene zufolge im Osten von Sissach und tritt unmittelbar unterhalb Tenniken ins Diegtener Tal ein.

Gehen wir über die erwähnten *Varians*-Schichten weiter nach Westen, so zeigen sich in dem nach Norden ziehenden Tal unter dem Hauptrogenstein bereits wieder die *Blagdeni*-Schichten (bis Höhenlinie 520), wir haben also das andere Ufer eines Grabens erstiegen und müssen die Verwerfung Sissach—Zunzgen weiter ziehen, die offenbar mit dem Tenniker Bruch ein Paar bildet. Wo dieselbe in den Hauptrogenstein eintritt, wird sie unkenntlich, und südlich deckt das Tertiär, das fast das ganze Plateau einnimmt, alles zu.

Verfolgen wir die zwischen die beiden Brüche eingeschlossene, stark nach O. geneigte Grabenscholle nach S., so wird zunächst im Lammetrain die linke Seite des Tenniker Tales von Rogenstein gebildet, der unter 5° nach NO. einfällt. Nordwestlich Hof Eimatt tauchen dementsprechend die *Blagdeni*-Schichten empor, und unter diesen ist in der Nähe eines kleinen Heuschuppens der *Humphriesi*-Oolith erschlossen. In der gleichen Höhe stehen die gleichen Schichten auch auf der rechten Talseite an; beide Seiten korrespondieren also miteinander, und der NS.-Bruch des Tenniker Tales hat seine Bedeutung verloren.

Die Übereinstimmung beider Talflanken setzt sich nach S. fort, weil an beiden Talwänden die Unterdoggerschichten alsbald wieder südlich einsinken und den Hauptrogenstein in die Talsohle hinabsteigen lassen. In den Bezirken Olbeck, Buchholz und Buchfeld ist er mehrfach schwach südfallend erschlossen und bedingt durch seine Bewaldung z. T. die zitierten Flurnamen.

Über den Rogenstein legen sich verschiedentlich, stets in entsprechendem Niveau, die *Varians*-, dann die Birmensdorfer und Effinger Schichten (bei Wisechen, Asp und Mühle Diegten). Die spärlichen, getrennten Aufschlüsse in diesen Horizonten fügen sich immerhin so gut einem ungestörten Gesamtbilde ein, daß wir trotz der übermäßigen Wiesenbedeckung in den ganzen Bezirken doch eine ausreichende Vorstellung von der Beschaffenheit des Untergrundes gewinnen können.

Demnach stehen wir zwischen Nieder- und Oberdiegten und Winkel im Bennwiler Tale auf einer zusammenhängenden Juratafel, die schwach südlich einsinkt und auf der nach Süden hin immer höhere Schichten erhalten blieben. Über diese Tafel legt sich diskordant eine große und mächtige Nagelfluhdecke, erreicht bei Winkel und südlich Mühle Diegten den Talboden und entzieht die jurassische Unterlage der Beobachtung.

Eine Störung findet sich nur im nördlichen Teile dieses Stückes. Beim Hofe Kählen habe ich in schlechten Aufschlüssen *Varians*- und Effinger Schichten gesehen, in einem Niveau, in dem in der Umgebung Hauptrogenstein ansteht. Die Lokalität fällt mit dem Punkte zusammen, an welchem in der Sohle des Diegter Tales die höchste Lage der Rogensteintafel, das Heraustreten des unteren Doggers und die Umkehr aus einem nördlichen und ein südliches Einfallen wahrgenommen wurden. Gleichzeitig macht das Gelände eine auffallende Einbiegung. Ich bin geneigt, zur Erklärung dieser verschiedenen Tatsachen zwei kleine Ostwestverwerfungen anzunehmen, die gerade im Scheitel der flachen Rogensteinaufwölbung liegen und die *Varians*- und Effinger Schichten von Hof Kählen als kleinen Graben einschließen würden. Einer von diesen kleinen Querbrüchen würde nach O. und W. bis an die beiden größeren NS.-Brüche heranreichen und an ihnen endigen. Der kleine Tenniker Graben fände damit seinen südlichen Abschluß.

Westlich vom Hofe Kählen transgrediert über diesen kleinen Malmgraben die Nagelfluh und beginnt sich als mächtige und ausgedehnte Decke nach N., W. und besonders nach S. auszubreiten. Das Tertiär erscheint hier nirgends von jüngeren Störungen betroffen, stellt folglich ein tektonisch sehr einförmiges Gebiet dar und verhüllt auf weite Strecken alle Juraschichten und die sie durchsetzenden Störungen. Solche können wir daher nur indirekt

und in ihrem Verlaufe mehr oder weniger hypothetisch erschließen durch Kombination der Beobachtungen, die wir außerhalb der Miocändecke anstellen können.

Nach S. und SW. verbreitert sich das Tertiär rasch und verschwindet am Kettenrande. Die Verhältnisse am Diegter Tale entlang wurden schon geschildert.

Im O. des Hölsteiner Tales endet die Tertärdecke mit einem lappenförmig buchtig erodierten Rande, dessen Höhenlage von N. (Hof Wüst, 550 m) nach S. (Höhe Finelen, 510 m) gleichmäßig abnimmt. Überall kommen darunter immer höhere Horizonte des weißen Jura zum Vorschein. Vom Holdenweid- bis Erlibachtälchen stehen weithin Effinger Mergel an; vom Erlihofe nach S. Geißberg- und weiterhin *Crenularis*- (und Wangener?) Schichten (bei Hof Waigist, südöstlich Hölstein). Die Gesteine liegen sehr unregelmäßig und meist stark gestört. Das Einfallen geht zumeist nach O. oder SO. (Bei Hof Waigist Str. NS., F. 45° O.).

Vergleichen wir dieses Ergebnis mit den Beobachtungen im Osten der Nagelfluhdecke, so stellt sich heraus, daß die Verhältnisse zu beiden Seiten an keinem einzigen Punkte harmonieren. Infolge ihres östlichen Einfallens und ihrer tieferen oder gleichhohen Lage können die Malmschichten von Hölstein nirgends bruchlos übergehen in die viel tieferen Horizonte des Doggers und stellenweise untersten Malms zwischen Tenniken und Diegten. Wir haben also zwischen beiden Flügeln auf der ganzen Strecke eine Verwerfung, die wesentlich nordsüdlich laufen und deren Sprunghöhe sich zwischen 100 und 200 m bewegen muß.

Eine solche Verwerfung tritt im Norden der Tertiärdecke tatsächlich unter dieselbe ein. Auf Blatt Liestal läßt v. Huene von Sissach über Zunzgen bis in die Gegend von Lägerz am Rande meines Kartenblattes eine Verwerfung streichen, deren Westflügel Malm, deren Ostflügel Hauptrogenstein ist. Dieser große Bruch scheint also in mein Gebiet hereinzuziehen, unter dem ungestörten Tertiär hindurchzusetzen und die beschriebenen Lagerungsstörungen zu bedingen.

Die Malmschichten im O. von Hölstein reichen nicht bis an das Frenkental selber heran. Dessen Ostseite wird vielmehr durch einen schmalen, von N. nach S. verlaufenden Streifen von Rogenstein gebildet, der durch die ostwestlich gerichteten Zuflüsse der

Frenke in sechs kleine erkerförmige Plateaustücke zerlegt wird. Auf jedem, mit Ausnahme des nördlichsten, liegen Reste des oberen braunen Jura (*Varians*-Schichten). Die ganze Partie fällt sehr schwach nach S. und geht im S. von Hölstein (Steinbruch an der Talecke) in söhlige Lagerung über. Die verschiedenen, durch Erosion getrennten Teile, zu denen noch ein schmaler Streifen auf der linken Talseite gehört, korrespondieren vollkommen und stellen Stücke einer einzigen ungestörten Tafel dar.

Neben diesem Doggerstreifen liegt der beschriebene Hölsteiner Malm und reicht bis auf die Sohlen der kleinen Seitentälchen hinab. Zwischen beiden geht folglich wieder eine Verwerfung hindurch. Abgesunken ist der Ostflügel; mit der zuletzt beschriebenen zusammen schließt sie den (östlichen) Hölsteiner Malmgraben ein.

Die Verwerfung zieht von Holdenweid am Nordrande des Blattes (vergl. auch v. Huene, Blatt Liestal) über Guggerhüsli, Löwenberg, Enggaß, Finelen, Waigist nach Stutz—Hinterbohl im S. von Hölstein. Durch die tiefe und kräftige, ihr Streichen stets senkrecht schneidende Erosion der kleinen, rechten Nebenbäche des Hölsteiner Tales, ist die Verwerfung in ihrem ganzen Verlaufe sehr genau zu verfolgen. Und hierbei zeigt sich nun eine Tatsache, die wir nach den früheren Beobachtungen in den nördlichen Nachbargebieten schon erwarten mußten. Die Schnittlinie der Verwerfungsfläche mit der Erdoberfläche verläuft bogenförmig; in den Tälern geht sie deutlich nach O., dem tieferen, auf den Höhen nach W., dem höheren Flügel hinüber; die Verwerfung fällt also deutlich nach dem eingesunkenen Flügel ein. Nehmen wir das gleiche Verhalten auch für die andere Grenzverwerfung des Grabens an, so haben wir die gleiche, keilförmige Zuschärfung der Grabenscholle, wie sie v. Huene und vor allem Buxtorf so überzeugend an vielen Stellen des Tafeljuras nachgewiesen haben. Aus der Karte ist dieser eigentümliche Verlauf der Holdenweidverwerfung ohne weiteres zu sehen und zu deuten.

Im SO. von Hölstein biegt der Bruch etwas nach SW. um und trennt den Malm von Hinterbohl von dem Rogenstein von Waigist und den *Varians*-Schichten von Stutz. Ich bin nicht ganz sicher, ob hier nicht vielleicht noch ein kleiner Querbruch hindurchsetzt; der fast völlige Mangel an Aufschlüssen macht eine ganz zuverlässige

Orientierung unmöglich. Bei „G“ von Gürblen sind durch den Bennwiler Bach *Crenularis*-Schichten angeschnitten. Bei Hinterbohl und südöstlich Langenbaum stehen z. T. Effinger Schichten an. Dies Wiederauftauchen etwas tieferer Malmschichten wird wohl am einfachsten aus der stark verstürzten Lage der ganzen Grabenscholle herzuleiten sein.

Beim Hofe Langenbaum scheint sich die Holdenweidverwerfung mit einem anderen großen Bruch zu vereinigen, der von der linken Talseite herübertritt (siehe unten!). Südlich von diesem Punkte findet sich nur noch Malm. Zunächst ziehen Effinger Schichten bis zur Nagelfluhdecke hinauf. Über sie legen sich im südlichen Ödlisberg und bei Känel die Sequankalke und verschwinden bei Niederdorf unter dem Tertiär im Talboden.

Das Tertiär des Tafelstückes zwischen Diegter und Hölsteiner Tal liegt als gleichmäßig südfallende Decke über den älteren Juraschollen.

4. Im Westen des Hölsteiner Tales.

Zu dem Hölsteiner Doggerhorst gehört auf der W e s t seite des Tales nur noch ein ganz schmaler Streifen, hauptsächlich die Rogensteinwand, an deren Fuß der Ort angelehnt ist. (Str. OW., F. 7° S.) Nebenbei sei bemerkt, daß hier die seitliche Flußerosionstätigkeit sehr schön zu sehen ist. Gerade innerhalb des Ortes wird die steile Felswand an mehreren Stellen des Frenkenbaches so beträchtlich unterschnitten, daß kleine Einstürze höherer Felsteile in absehbarer Zeit bevorstehen.

Schon die höheren Teile der Hölsteiner Kalkwand, ferner alles, was sich im NW., W. und SW. über und hinter derselben ausbreitet, ist Malm und zwar z. T. schon mit seiner mittleren Abteilung, dem Sequan.

Die große Verwerfung, welche diese Lage des Malm im Niveau des Hauptrogensteins bedingt, ist in ihrem ganzen Verlaufe sehr deutlich. Im Norden tritt sie an der Gipsmühle unterhalb Hölstein auf Blatt Hölstein über und ist dort schon durch v. Huene eingezeichnet. Die Störung wird dadurch deutlich, daß sich neben die *Blagdeni*-Schichten, die unter dem Rogenstein des Hölsteiner Horstes emportauchen, der Hauptrogenstein des großen westlichen Hölsteiner Grabens legt. Die Stelle ist durch die Landstraße sehr gut erschlossen. Doch war ich genötigt, den Bruch genau

100 m weiter südöstlich durchzuziehen, als auf der v. Huene-schen Karte angegeben. Er schneidet auf diese Weise die Landstraße gerade auf der Nordgrenze meines Kartenblattes (H. 0—144).

Der Hauptrogenstein des Grabens fällt, wie auf der linken Talseite sehr auffällig ist, ziemlich steil nach SO. ein (17—20°). Dementsprechend legt sich alsbald südlich über ihn der obere braune Jura. Im Waldrande westlich der Gipsmühle sind *Ferrugineus*- und *Varians*-Schichten gut erschlossen. Bei Hof Helgenweid legen sich weiterhin darüber die Birmensdorfer Kalke; das „Letthölzli" setzen die tonigen Effinger Schichten zusammen (Lokalstr. N. 45° W., F. 90°) und über diesen bauen sich mit steilerem Anstieg auf der Höhe Nüchter die gelben Geißbergkalke auf. Ganz auf der Höhe (565 m) werden sie von Meeresmolasse und Nagelfluh in dünner Lage bedeckt. Dem allgemeinen südöstlichen Einfallen entsprechend (südlich Wald Einschlag gemessen Str. NNO., F. 10° O.) sind im weiteren Süden des Grabens, zwischen Hof Gugen und Lampenberg, und in gleicher Weise bis nach Niederdorf hinab zwischen Argovien und Miocän auch höhere Horizonte des Sequan (außer den Geißbergkalken auch noch *Crenularis*- und z. T. Wangener Schichten) erhalten. Diese sind an zwei Stellen zugänglich und fossilreich: 1. an der Straße von Hölstein nach Hof Gugen, 2. z. T. durch Steinbruch aufgeschlossen im Zwischenfluhgraben bei Niederdorf.

Die Effinger Mergel, die über dem Letthölzli unter die Sequankalke untertauchen, treten südlich auf zwei größeren Strecken wieder hervor. Im SW. von Hölstein begleiten sie das Frenkental auf seiner linken Seite bis nahe zum Zwischenflühgraben. Ferner kommen sie auch nach W. wieder heraus, immer gleichmäßig SW.—NO. streichend und mit 10° nach SO. einfallend. Beim Hofe Werstelschür verschwindet das Argovien unter der Juranagelfluh des Klusfeldes.

Der Malm des Hölsteiner Grabens grenzt demgemäß mit verschiedenen Horizonten an den östlichen Hauptrogenstein und wo es weiche Effinger Tone sind, ist die Verwerfung durch Bodenform und Pflanzenwuchs sehr ausgeprägt. Besonders deutlich ist dieser Gegensatz im NW. vom Hofe Holensträßli, wo ein kleines, auf der Karte nicht verzeichnetes Bachtälchen von W. nach O. quer über die Verwerfung hinaustritt. Im Malmgebiet hat der Bach eine weite, flache, mit Kiefernwald dürftig bewachsene Mulde aus-

gewaschen; an der Verwerfung verengert sich das Tal augenblicklich zu einer schmalen Schlucht durch den dicht mit Buchen bewaldeten Rogenstein. Am Ostfuße des Letthölzli tritt auf der Verwerfung eine sehr starke Quelle aus. Wo aber die harten Sequankalke mit dem Hauptrogenstein zusammenstoßen, bleibt der Bruch völlig latent, so daß auf eine kurze Strecke sein Verlauf konstruiert wurde.

Unter der „Rebgaß" tritt die Verwerfung in das Frenkental ein und wird wieder durch eine Quelle bezeichnet. Auf der rechten Talseite erscheint sie wieder 100 m südlich Hof Langenbaum, wo sie Kalkbänke der Effinger Schichten neben Hauptrogenstein und *Varians*-Schichten legt. Sobald über diesen *Varians*-Schichten des Horstes das Argovien in normaler Folge erscheint, ist der Bruch nicht mehr zu verfolgen. Er scheint mit dem östlichen Hölsteiner Bruch zusammenzufließen; ob einer von beiden fortsetzt und welcher, ist wegen der Miocändecke nicht zu ermitteln. Jedenfalls erreicht der Hölsteiner Horst an dieser Stelle sein südliches Ende, und die beiden großen Hölsteiner Gräben scheinen sich zu einer einzigen, breiten und tiefen Grabensenke zu vereinigen.

Zu besprechen bleibt das Stück im NW. des westlichen Hölsteiner Grabens, also die Gegend zwischen Station und Dorf Lampenberg.

Gehen wir von der Gipsmühle unterhalb Hölstein auf dem Wege nach Hof Helgenweid, so gelangen wir zunächst über die besprochene Verwerfung in den unteren Malm von Hof Helgenweid. Dieser hebt sich nach NW. empor und unter ihm kommen *Varians*-Mergel und Hauptrogenstein heraus. (Str. NS. F. 17° O.) Dann sinkt plötzlich bei Punkt 475 auf dem Nordrande des Kartenblattes das Gelände stufenförmig nach W. ab, der Hauptrogenstein endet scharf, und Effinger Schichten stellen sich wieder ein.

Immer weiter etwa auf der Nordgrenze des Gebietes nach W. ansteigend, gelangen wir bei Hof Grubweid in den oberen Dogger hinab und weiterhin auch in den Hauptrogenstein des Waldgebietes Grubweid—Pfifferatten. (Str. N. 20° O., F. 30° S.)

Jenseits Pfifferatten erscheint an der Landstraße von Station Lampenberg zum dritten Male der Malm, gleich durch seine mittlere Abteilung vertreten.

Die tektonische Deutung dieser Beobachtungen ist folgende:

Die Helgenweidscholle ist mit ihrem Ostrande grabenartig neben dem Hölsteiner Doggerhorst versenkt. Nach W. steigt sie scharf an und ist bei Punkt 475 von neuem abgebrochen, aber hier nicht selber abgesunken, sondern gehoben gegenüber der Grubweidscholle, deren östliche Partie an der Verwerfung tief hinabgebogen ist.

Nach W. zu steigt auch diese rasch an; bei Pfifferatten erleidet sie einen neuen Abbruch, weil sonst der Malm vom Talbach neben dem Dogger von Grubweid nicht zu erklären ist. Wir haben demnach zwischen der Gipsmühle im Hölsteiner Tal und dem Talbach südlich Station Lampenberg nicht mehr den bisher beobachteten regelmäßigen Wechsel von Horsten und Gräben, sondern wir beobachten sogen. Repetitionsverwerfungen[1]. Alle Schollen sind verlagert, nicht nur wie bisher die Gräben; und zwar liegt jedesmal der Ostrand tief und der Westrand hoch.

Suchen wir die Verbindung dieser Verhältnisse mit dem angrenzenden Norden auf, so erscheinen die Verwerfungen als Fortsetzungen der auf Blatt Liestal durch F. v. Huene eingezeichneten. Jedoch ist außer der oben genannten noch eine zweite kleine Abänderung vorzunehmen. An der Bruchlinie Ramlinsburg—Helgenweid zeigen auf Blatt Liestal die Zähne nach Osten; auch im südlichen Teil. Diese Signatur, die in die tektonische Skizze (Blatt Liestal, p. 300) übergegangen ist, scheint ein Versehen zu sein; denn in Wirklichkeit ist an dieser Spalte entlang nicht der östliche, sondern der westliche Flügel abgesunken, während das Verhältnis sich erst weiter nördlich, bei Ramlinsburg, umkehrt.

Den Ort der Einzeichnung auf der linken Talseite (noch auf Blatt Liestal) konnte ich bestätigen. Doch bin ich bezüglich der Schichtenverteilung an dieser Stelle zu einem etwas anderen Ergebnis gelangt. Der Frenkenbach schneidet den Steilhang scharf an und erschließt dadurch die Verwerfung mit allen gewöhnlichen Begleiterscheinungen fast vollkommen. An ihr stoßen aneinander die groben Oolithe im Hangenden des Hauptrogensteines der Grubweidscholle und die *Humphriesi*-Schichten, über denen sich *Blagdeni*-Schichten aus Hauptrogenstein der Helgenweidscholle aufbauen. (Sprunghöhe demnach genau 91 m [Mächtigkeiten nach der Tobler'schen Tabelle angenommen]). Nach Vornahme dieser

[1] F. Mühlberg, Ecl. geol. Helv. 3. p. 497.

Änderungen tritt völlige Übereinstimmung mit den Verhältnissen in meinem Gebiete ein; außerdem wird erst dadurch der Charakter der eigentümlichen Repetitionsverwerfungen deutlich; vorher schien der sonst vorherrschende Wechsel von Horsten und Gräben zu bestehen.

Es entsprechen sich demnach die beiden Seiten des Hölsteiner Tales durchaus; das Tal selbst ist hier eine Erosionsbildung.

Nach S. werden die beschriebenen Schollen wegen des gemeinsamen Aufstieges in die mächtigen Schichten des unteren Malm und wegen viel weniger scharfer Erosion mehr oder weniger verwischt. Der Bruch Bubenried—Helgenweid geht schon sehr bald verloren. Sowohl östlich wie westlich von seiner Südverlängerung, im Einschlagwald und im Letthölzli stehen Effinger Schichten an, an beiden Stellen östlich einfallend. Auf der Lampenberger Höhe legt sich dann gleichmäßig über alles das Sequan. Die ungleiche Verteilung der verschiedenen Sequanhorizonte, insbesondere das Überwiegen der höchsten Schichten im östlichen Teile hängt vielleicht mit einem Weitergehen der Verwerfung zusammen. Diese genau durchzuziehen, ist mir jedoch unmöglich, besonders auch wegen der ungestörten transgredierenden Nagelfluhdecke von Nüchter.

Die Talbachverwerfung, die von Station Lampenberg nach S. zieht, ist besser und weiter zu verfolgen; sie verschwindet erst unter dem Tertiär vom Klusfeld. Bis dahin streicht der Bruch genau nordsüdlich. Er legt das Sequan von Talbach—Ramstelbach (Str. N. 20° O., F. 40° S.) zuerst neben Hauptrogenstein (Pfifferatten bis Dorfbach bei Lampenberg), dann neben die *Varians*-Schichten, die im N., W. und SW. von Lampenberg mehrfach deutlich erschlossen sind. Darauf legt sich das Tertiär über beide Flügel. Bau und Lage des Westflügels wurden nicht näher untersucht. Die Rücksicht auf die Beziehungen zum Kettenjura, dessen Kartierung durch Herrn Celliers über den Meridian von Waldenburg nach W. nicht hinausgeht, veranlaßte mich, meine Aufnahme hier abzuschließen.

Eine kleine Verwerfung bleibt noch zu beschreiben, die in diesem Gebiete neu aufsetzt. Die Grubweidscholle sinkt mit ihrem nördlichen Teile scharf nach Osten ein, so daß auf ihrem östlichen Rande Effinger Schichten in der gleichen Höhe liegen, wie Hauptrogenstein auf dem westlichen. Dies Verhältnis bleibt zwar

auch nach S. hin bestehen; doch treten Argovien und Rogenstein alsbald direkt aneinander und bei Lampenberg in gleicher Weise Geißberg- und *Varians*-Schichten. Demnach geht die steile Neigung in einen Bruch über, an welchem zuerst die *Varians*- und weiterhin die Effinger Schichten unterschlagen werden. Ob sich dieser Übergang vielleicht allmählich, etwa durch Zwischenschaltung einer Flexur, vollzieht, konnte ich wegen der völligen Aufschlußlosigkeit an den wichtigsten Stellen nicht ermitteln. Ebensowenig vermag ich zu sagen, ob der Bruch bei Anthaupt südlich Lampenberg unter dem Miocän sich mit der Talbachverwerfung vereinigt, ob er ausheilt oder unter dem Südrande des Tertiärs im Zwischenflühgraben wieder hervortritt. An dieser letzteren Stelle m u ß jedenfalls eine Störung n i c h t angenommen werden. Bei dem gemeinsamen, völlig übereinstimmenden Südostfallen des Argoviens und Sequans vom Zwischenflühgraben (siehe oben) ist ein normales Emportauchen der tieferen Schichten bei Werstel unter den höheren von Burghalden durchaus möglich. Da die Grenze zwischen mittlerem und unterem Malm ziemlich unregelmäßig verläuft, und nördlich Burghalden scharf nach Westen umschwenkt, so verdient die Annahme normaler Überlagerung den Vorzug.

Die Verteilung des Tertiärs im W. des Hölsteiner Tales ist folgende:

Marines Mittelmiocän tritt an mehreren Punkten unter der Nagelfluh auf. Die Nagelfluh erscheint in drei, durch Erosion isolierten Partien:

1. Westlich von Wald Einschlag finden sich zahlreiche Nagelfluhgerölle über weite Strecken zerstreut in Höhen von 520—540 m. Anstehendes wurde nirgends beobachtet.

2. Hiervon getrennt und in größerer Höhe liegt die Nagelfluhdecke von der Höhe Nüchter. Bis zum östlichen Hollenfeld zieht dieselbe nach S., gleichmäßig südlich einfallend. Am Nordende liegt die untere Grenze 560 m, am Südende 700 m weiter südlich, 550 m hoch.

3. Sehr viel ausgedehnter ist das letzte Stück; es zieht von Lampenberg, vielfach durch Erosion lappenförmig ausgeschnitten, nach W. und S. hinab bis unter die Überschiebung des Kettenjuras bei Niederdorf. Die Höhenlagen der Basis sind von N. nach S. folgende: Anthaupt bei Lampenberg 560 m, Dickackerfeld 550 m, Stolten bei Niederdorf 530 m, St. Peter zwischen Niederdorf und

Oberdorf 500 m. An diesem Punkte erreicht das Tertiär die Talsohle.

Im ganzen zeigt also das Miocän das gleiche, mäßige Südfallen wie auf den übrigen Tafelstücken im Osten. Einige Unregelmäßigkeiten liegen aber doch vor. Die Nagelfluh westlich Einschlag liegt nämlich 30—50 m zu tief, fehlt vor allem auf benachbarten höheren Teilen der Unterlage. Die Nagelfluhdecke südwestlich Lampenberg hat eine ziemlich unebene Unterfläche. An der Landstraße Lampenberg—Niederdorf geht diese mehrfach auf und ab mit Höhendifferenzen bis zu 10 m. Besonders steil steigt sie dann von derselben Straße bei Brunnensteig nach W. an: hier liegt sie im Dickackerfeld fast 40 m höher als nur 400 m nach Osten davon entfernt. Zum geringeren Teile mögen diese Ungleichheiten auf Kosten junger Störungen zu setzen sein; zum größeren Teile sind sie jedenfalls primär und durch Ablagerung auf unebener Unterlage entstanden, wofür sehr deutlich das Verhalten der Grenzfläche zwischen Sequan und Tertiär an der Lampenberger Landstraße spricht.

Für primär möchte ich auch halten den Höhenlagenunterschied zwischen dem Tertiär auf der linken und auf der rechten Seite des Hölsteiner Tales. Bei Hölstein nämlich liegt rechts (Finelen, Erli) die Nagelfluh schon bei 512—520 m, während sie links (Nüchter) erst bei 560 m beginnt. Nach S. hin harmonieren beide Seiten besser, und bei Niederdorf liegen die Punkte, wo die Nagelfluh die Talsohle erreicht, genau einander gegenüber.

5. Der Südrand des Tafeljuras.

Wegen seines besonderen Interesses für die Tektonik und wegen des Vorwaltens der sonst weniger bedeutenden Tertiärschichten soll der Südrand des Tafeljuras, der gegen die Kettenfaltung oder -Überschiebung abstößt, noch im Zusammenhange beschrieben werden.

Hierbei ergibt sich auch die Gelegenheit, die Tertiärbildungen dieses Stückes ihrer natürlichen Lagerung gemäß kurz zusammenzustellen.

Wir beginnen im O.: Von Häfelfingen über Buckten bis Känerkinden war eine Mulde im Tafeljura zu verfolgen, die von O. nach W. dem Nordrande der Ketten parallel läuft und zu der von N. und von S. die Tafel einsinkt. Dieselben Juraschichten, die mit

mäßigem Einfallen ($1\frac{1}{2}^0$) von N. hereinziehen, kommen in dieser Zone in söhlige Lagerung und steigen sodann ziemlich scharf (6—8°), später noch steiler nach S. an, wodurch im Homburger Tale unter dem Rogenstein von Buckten bei Katzebach der *Blagdeni*-Horizont auftaucht. Von Katzebach zum Katzenrücken endet der Tafeljura mit scharfer Kante. Deren Fortsetzung ist in dem Gewölbe des Homberges und seiner erodierten Westverlängerung zu suchen. Die Schichtenfolge des Tafeljuras ist hier von unten nach oben: Die *Blagdeni*-Schichten von Katzebach, der Hauptrogenstein von Buckten, die *Varians*-Schichten, die einerseits von Buckten zur Schloßmatt, anderseits vom Galgenacker zum Eselwegacker hinaufziehen; darüber die Juranagelfluh mit den obermiocänen Süßwasserkalken und Sandsteinen von Schloßmatt und Wannenmatt.

Alle diese Schichten nehmen an dem steilen Aufsteigen nach S. teil. Dieses ist als eine Aufstülpung aufzufassen, welche der Tafeljura an seinem Südende erfuhr, als die nördlichste Kette (Hombergfalte) emporgewölbt, von ihm losgerissen und auf ihn hinaufgeschoben wurde. Dieser aufgebogene Südrand der Tafel erscheint demnach als der nördliche oder der liegende Schenkel der ersten Faltungskette. Eine wirkliche Überschiebung scheint nur im Homberg stattgefunden zu haben. Der Katzenrücken dagegen stellt offenbar den Nordschenkel eines ursprünglich geschlossenen und nur tief hinab erodierten Gewölbes dar.

Vom Katzenrücken nach W. wird die Überschüttung durch Rogensteingeröll so dicht, daß bis zum Diegtener Tale nichts zu beobachten ist, als daß Nagelfluh und Mergel des Miocäns in großer Mächtigkeit bis an den Fuß der Hardkette heranreichen. Erst durch die Erosion des Diegtener Baches ist ein besserer Einblick möglich. Bei Oberdiegten stehen zu beiden Seiten des Tales mittelmiocäne rote Tone und darüber obermiocäne Nagelfluh an. Die Juraschichten des Tafeljuras sind südfallend unter dem Tertiär versunken.

Gehen wir nach S. weiter, so steigt das Tertiär von neuem auf, und die Basis der Nagelfluh, die zwischen Mühle und Oberdiegten bis 500 m herabstieg, liegt bei Bauflen (rechts) schon wieder 580 m, bei Hirzen (links) 560 m hoch. Unter der Nagelfluh steigen limnisches und marines Mittelmiocän, unterer weißer und oberer brauner Jura mit empor. Auf beiden Talseiten liegen

konkordant zwischen Miocän und unterem Malm außerdem Bohnerze und Süßwasserkalke des älteren Tertiärs. Bei Rütiweid und Burgweid verschwindet der Südrand der Tafel unter dem aufgeschobenen Hard-Nebenberg-Gewölbe.

Das tektonische Bild wird also auch hier durch die gleiche randliche Aufbiegung gegeben, wie bei Buckten, nur daß sie an höhere Schichten geknüpft ist. Diese Verschiedenheit hängt mit der entsprechend tieferen Lage der Tafelschollen in diesem Gebiete zusammen.

Zwischen Diegten und Bennwil hat die einförmige Juranagelfluh die Herrschaft. Z. T. sinkt sie sehr tief herab; die tiefste Stelle sicheren Anstehens liegt am linken Ufer des Bennwiler Baches, wo er bei Winkel nach NW. umbiegt, 485 m hoch, also 35 m unter den im Streichen korrespondierenden Punkten bei Diegten und südlich Hölstein (Ödlisberg). Ob primäre oder sekundäre Vertiefung vorliegt, bleibt unentschieden. Bei dem eigentümlich geknickten Verlaufe des Bennwiler Baches und der auffallenden Verlängerung des NO. gerichteten Oberlaufes durch die Senke von Winkel nach Eimatt oberhalb Tenniken bin ich freilich sehr geneigt, eine junge Senkung anzunehmen. Diese würde etwa in der Gegend von Winkel erfolgt sein und dem Bache die Beibehaltung seines hypothetischen, ursprünglich nordöstlich gerichteten Verlaufes unmöglich gemacht und ihn ins Hölsteiner Tal hinübergezogen haben.

Aus der sonst so einförmigen Nagelfluh der Bennwiler Gegend verdient ein Punkt besondere Erwähnung: im SO. des Ortes, in der Richtung auf Hof Schwangen zu (H. 158—105) kommt mitten aus einem ansehnlichen Nagelfluhrücken heraus eine größere Partie scheinbar anstehenden Hauptrogensteins. Das stark zerrüttete Gestein scheint einen zusammenhängenden Klotz von mindestens 100 m Längenerstreckung zu bilden. Für das eigentümlich isolierte Vorkommen sind zwei Erklärungen möglich: entweder kommt es von unten, steht mit den tieferen Teilen des Tafeljuras in Verbindung und ist durch die nahe Faltung emporgepreßt worden; oder wir haben den Rest eines von S. stammenden Teiles der Eichbuckelkette vor uns. Dieser müßte dann wohl in Form eines Bergsturzes an seine jetzige Stelle gelangt sein. Das spärliche Relikt als „Überschiebungsklippe“ aufzufassen, dazu fehlt jeder zwingende Grund. Nehmen wir einen Bergsturz

an, so muß dieser v o r der Eintiefung des dazwischenliegenden kleinen Tälchens erfolgt sein.

Im Gegensatze zu den Tafelstücken im O. des Diegtener Tales steht zwischen Diegten und Bennwil die Juranagelfluh nach S. nur an wenigen Stellen mit der Überschiebung in Berührung. Im größten Teile der Grenzzone legt sich eine Menge etwas älterer Tertiärbildungen dazwischen: Tone, Süßwasserkalke und Bohnerzkonglomerate, offenbar als Folge derselben Aufbiegung. Deshalb streicht auch die Untergrenze der Nagelfluh alsbald wieder zutage aus und läßt ältere Schichten unter sich frei werden.

Zunächst geschieht das im W. von Oberdiegten, wo in den Bezirken Hofacker, Rebacker und Lenzweid rote Mergel des mittleren Miocän und Süßwasserkalke (des oberen Miocän?) unter der Nagelfluh in ansehnlicher Mächtigkeit anstehen. Z. T. läßt die Lagerung dieser Schichten deutlich die mechanische Wirkung der nahen Überschiebung erkennen. Über die deutliche Sattelbildung in harten Kalkbänken bei Hof Lenz z. B. wurde oben schon berichtet (Stratigraphischer Teil).

Westlich Hof Lenz reicht dann die Nagelfluh noch einmal als Brücke bis an die Überschiebung der Gemeindeweid heran. Sehr bald jedoch, bei Hof Heimatsried, kommen unter ihr die tieferen Schichten wieder heraus, und zwar in ganz besonders reicher Ausbildung und Mächtigkeit. Das ganze Felder-, Wiesen- und Kiefernwaldgebiet von Heimatsried bis Steinmatt bei Bennwil wird von diesen mächtigen roten Mergeln und Knollenkalken des mittleren, und von den fossilreichen Limnäenkalken des oberen Miocän eingenommen. Die Mergel kommen mehr oder weniger weit südlich unter der aufsteigenden Nagelfluh hervor, die Kalklagen sind von N. nach S. hin immer deutlicher aufgerichtet, steilgestellt und teilweise gefaltet, vielleicht auch zwischen den Tonen in einzelne Stücke zerrissen und streichen durchweg WSW.—ONO. Am südlichsten Rande wird an einer Stelle auch das eocäne Bohnerz sichtbar: in einer kleinen Bachschlucht nördlich Hof Hornet. (Siehe den stratigraphischen Teil!) An dieser Stelle ist auch vor zwei Jahren durch Anlage einer Brunnenstube ein neuer, sehr guter Aufschluß geschaffen worden, der die Überschiebungsfläche unmittelbar zeigte.

Die obere steile Umrandung der kleinen Waldschlucht wird durch die auch von Celliers an dieser Stelle eingezeichneten

Birmensdorfer Kalke gebildet. Sie fallen steil nach S. ein und sind stark zerrüttet. Gleichsinnig fallend liegen unmittelbar darunter die eben genannten tiefroten Tertiärtone. Der Kontakt ist vollkommen scharf und wird durch den zu der Brunnenstube führenden Fußweg trefflich freigelegt. An einer Stelle sah ich die Tone aderartig etwa 1 m weit in eine Kluft der Birmensdorfer Kalke eindringen, und zwar nicht in der Weise, als ob sie durch Wasser eingeschwemmt wären.

Am Wege von Hof Steinmatt nach der Säge südlich Bennwil kann man die mittelmiocänen Helicitenmergel sehr deutlich in steiler Stellung (Fallen 85° N.) unter (südlich) der Nagelfluh heraustauchen sehen.

Blickt man von dieser Stelle aus nach W. auf den anderen Talhang, so sieht man eine ca. 1 m dicke, in einzelne Partien aufgelöste Nagelfluhbank bogenförmig bis zum senkrechten Einfallen aus dem Talgrunde aufsteigen; wenige Meter links, also südlich davon, stehen vereinzelte zerrüttete Hauptrogensteinblöcke aus der Rasendecke heraus. Nördlich wird alsbald horizontale Nagelfluh beobachtet. Es handelt sich also offenbar um den bei der Faltung und Überschiebung aufgebogenen Südrand des Tafeljuras, gegen den Hauptrogenstein herangepreßt wurde.

Die Säge bei Bennwil ist der w e s t l i c h s t e Punkt, an dem ich diese Aufbiegung festgestellt habe. Von hier ab bis nach Häfelfingen scheint sie aber eine einheitliche tektonische Bildung zu sein.

Zwischen Bennwil und Niederdorf im Hölsteiner Tale sinkt die Juranagelfluh offenbar gleichmäßig nach S. ein und verschwindet unter der weitvorgreifenden Überschiebung des Dielenbergmuschelkalkes und seines Keupersockels. Demgemäß kommen in diesem Gebiete tiefere Schichten als die Juranagelfluh nicht vor. Das ganze ansteigende Vorland des Dielenberges besteht aus Nagelfluh und nur an wenigen Stellen wurden spärliche knollige Sandmergellagen beobachtet, die zum Obermiocän zu gehören scheinen. Am Kettenrande deckt massenhaftes Muschelkalkgeröll alles zu. Z. T. entstammt dieses einem gewaltigen Bergrutsch, „welcher im Jahre 1291 das hier gestandene Dorf Onoldswiler mit Ausnahme der Kirche verschüttet haben soll“ [1].

[1] F. Mühlberg, Ecl. geol. Helv. 3. p. 497.

Die Grenze zwischen Ketten- und Tafeljura hat auf der ganzen Strecke einen auffallend regelmäßigen, im ganzen ostwestlichen Verlauf. Wo sie in ein Nordsüdtal hinabsteigt, biegt sie jedesmal eine kleine Strecke (400—500 m) nach S. zurück und geht beim Anstieg auf die andere Seite entsprechend nach N. vor. Im allgemeinen liegt die Grenze desto weiter nach N., in je höherem topographischen Niveau sie erscheint. Diese Regel ist der Ausdruck eines gleichmäßigen, ziemlich flachen Einfallens der Überschiebungsfläche nach S. Geringfügige Abweichungen finden sich fast nur auf der Strecke Diegten—Bennwil. Hier steigt die Überschiebungsgrenze zwischen Tertiär und Jura mehrfach um kleine Beträge auf und ab und geht vor und zurück, ohne daß dabei die Geländeformen allein die Ursachen wären. Diese Anomalien lassen sich unschwer verstehen, wenn wir berücksichtigen, daß gerade, und zwar nur auf dieser Strecke, der Rand des Tafeljuras von ganz weichen Tertiärtonen in großer Mächtigkeit zusammengesetzt wird. Diese plastischen Massen mußten natürlich dem Über- oder Anschiebungsdruck der Ketten einen geringen und sehr variablen Widerstand entgegensetzen und damit die Entstehung von Ungleichmäßigkeiten begünstigen.

Daß der Faltung vorangehende Erosionsverschiedenheiten im Vorlande von Einfluß auf die Einzelgestaltung des Überschiebungsrandes gewesen wären, wurde nirgends mit Sicherheit beobachtet. Erosionslöcher oder -täler, die eine Einschiebung von Überschiebungsmassen gestattet, oder Geländeerhebungen, welche dieselben zurückgehalten hätten, brauchen zur Erklärung der vorhandenen Ungleichheiten meines Erachtens an keiner Stelle angenommen zu werden. Ich darf diese Bemerkung kurz einfügen, da solche Erosionsungleichheiten rein theoretisch immerhin bestanden haben können und da sie von anderer Seite für andere Verhältnisse zur Erklärung herangezogen worden sind[1].

Hiermit schließe ich die stratigraphische und tektonische Spezialbeschreibung des südlichen Tafeljuras. Eine Übersicht der Ergebnisse erfolgt im Anfang des nächsten Kapitels.

---

[1] F. Mühlberg, Exk. Schweizer. geol. Ges. 7.—10. Sept. 1892. Ecl. geol. Helv. III. p. 476, 477.

Tektonische Gesamtbetrachtung[1].

Nach Beendigung der vorstehenden tektonischen Einzelbeschreibung des südlichen Tafeljuras und auf Grund der zitierten Bearbeitungen der Nachbargebiete sind wir in der Lage, von einem größeren zusammenhängenden Stücke des Basler Juragebirges eine tektonische Übersicht zu gewinnen.

Das in dieser Weise zu besprechende Gebiet ist ein in nordsüdlicher Richtung gestrecktes Rechteck, das ungefähr durch die Punkte Liestal (NW.), Gelterkinden (NO.), Olten (SO.) und Langenbruck (SW.) begrenzt wird, und dessen Südhälfte auf den Kettenjura, dessen nördlicher Teil auf das Tafelland entfällt. Der zusammenfassenden Beschreibung wird sodann eine Erörterung der Beziehungen zwischen diesen ungleichen Teilen und damit eine Behandlung der gebirgsbildenden Vorgänge, die Hauptaufgabe dieser Abhandlung, folgen können. Die Rücksicht auf diesen Zweck des Folgenden wird auch die Auswahl und Anordnung des Stoffes bereits in dem vorauszuschickenden Überblick bestimmen.

Der Tafeljura (nördlich) und der Kettenjura[1] (südlich), die in unserem Gebiete an einer größtenteils ostwestlich, von Häfelfingen nach Niederdorf, verlaufenden Grenze zusammenstoßen, unterscheiden sich allgemein dadurch, daß der Tafeljura nur von (zumeist alttertiären) Verwerfungen, der Kettenjura außerdem von (in ihrer jetzigen Gestalt jungtertiären) Faltungen und Überschiebungen betroffen ist. Der Kettenjura selbst besteht aus zwei verschieden gebauten Teilen:

1. dem überschobenen Tafeljura (im N.), in dem über den Juraschichten noch obermiocäne Juranagelfluh entwickelt ist, und
2. dem eigentlichen Kettenjura, in dem die Juranagelfluh fehlt. Er beginnt im N. mit dem über einer bedeutenden Überschiebung ausstreichenden Muschelkalk und sinkt im S. unter die Molasse der Mittelschweiz unter.

In der hier eingeschlagenen Reihenfolge sollen die verschiedenen Stücke nachstehend im Zusammenhange zur Darstellung kommen.

Der Tafeljura besteht aus zwei verschiedenen Schichtentafeln, deren tiefere leicht nach S. einfällt und deren höhere infolge

[1] Der sogen. überschobene Tafeljura wird hier mit zum Kettenjura gerechnet.

etwas geringeren Südfallens mit einer schwachen Erosionsdiskordanz so auf der tieferen daraufliegt, daß sie von N. nach S. fortschreitend immer jüngere Horizonte überlagert.

Die tiefere Schichttafel besteht aus Trias- und Jurasedimenten mit einzelnen Fetzen alttertiärer Absätze; sie legt sich mit dem Dinkelberg im N. auf den kristallinen Schwarzwaldsockel und sinkt unter einem Winkel von durchschnittlich 2° nach S. ein, bis sie, z. T. von der höheren Schichttafel überlagert, an der bezeichneten Südgrenze in den Kettenjura allmählich übergeht oder unter dessen nördlichster Überschiebung verschwindet. Sie ist von zahlreichen alttertiären Brüchen durchsetzt, die annähernd nordsüdlich verlaufen und unter ziemlich stumpfem Winkel an die ostwestlichen Ketten des Faltenjuras anstoßen.

Die höhere der beiden Schichttafeln besteht aus mittelmiocänen und jüngeren Tertiär- und Pleistocänschichten, von denen das marine Helvétien die tiefste, die obermiocäne Juranagelfluh die mächtigste ist. Sie legt sich, von N. nach S. immer mehr an Mächtigkeit und Ausdehnung gewinnend, mit der erwähnten geringen Diskordanz über die Juratafel und verschwindet mit ihr am Nordrand der Ketten oder geht in ihre nördlichste Partie noch mit über. Über die alttertiären Verwerfungen der Juratafel transgrediert diese Miocäntafel natürlich ungestört und wird nur an wenigen Stellen unbedeutend an jüngeren Spalten verworfen.

Uns interessieren besonders diejenigen Brüche der Juratafel, die bis an die Ketten heranreichen; nach der anfänglichen Einzelbeschreibung bedürfen sie nur einer kurzen Erwähnung.

Annähernd alle von N. nach S. gerichtet, zerlegen diese Brüche die Tafel in der Weise in einzelne Schollen, daß ein mehr oder weniger regelmäßiger Wechsel von schmalen Horsten und Gräben entsteht[1]. Nur am westlichsten Ende geht dieser Wechsel in ein System von Repetitionsverwerfungen (Mühlberg) über, derart, daß jedesmal der Ostrand einer Scholle als Graben versenkt ist, während die Westkante sich horstartig über den Ostrand der folgenden erhebt.

Vom östlichen Ende des untersuchten Gebietes bis in den Westen des Homburger Tales reicht eine ungestörte Tafel, in der nur im nördlichen Teile einige von N. hereinziehende Brüche

[1] Besonders durch A. Buxtorf ist auf dieses eigentümliche Verhalten, das auf Blatt Gelterkinden am deutlichsten in Erscheinung tritt, hingewiesen worden.

endigen. Sie besteht wesentlich aus Hauptrogenstein, hat eine sehr hohe Lage und wird vom Homburger Tale und seinen rechten Zuflüssen durchschnitten.

Es folgt nach W. zwischen den Brüchen Wittinsburg—Känerkinden und Altberg—Diegten eine etwa ebenso breite Zone starker Zerstückelung und tieferer Lage. Diese Zone erscheint im ganzen als ein durch die erwähnten Brüche eingefaßter Graben von 2 km Breite, ist aber in sich noch durch vier parallele Längsverwerfungen gestört. Drei von diesen heilen nach S. aus und nur die genau in der Mitte verlaufende Spalte Talacker—Gieß scheint den Südrand der Tafel zu erreichen.

Das Diegtener Tal durchschneidet wieder einen Horst, in den nur im N. ein grabenartiges Stück versenkt ist. Der Diegtener Horst verschwindet westlich unter der miocänen Decke, scheint aber dort an dem nur indirekt erschließbaren Bennwiler Bruch gegen den großen Graben von Hölstein abzustoßen. Dieser Graben, ganz durch Malmschichten bis zum mittleren Sequan erfüllt, reicht westlich bis auf die Höhe von Lampenberg hinauf, wo er wiederum einem kleinen Hauptrogensteinhorst Platz macht. In seinem nördlichsten Teil ist der Graben noch durch den schmalen Doggerhorst des Hölsteiner Tales geteilt. Erst im S. des Ortes keilt dieser aus und erst hier treten die beiden vorher getrennten Malmstreifen zu einem einzigen breiten Grabenstück zusammen, dessen östlicher Teil allerdings alsbald durch mächtige Tertiärbildungen überdeckt wird.

Im weiteren Westen der Lampenberger Höhe scheinen die Schollen immer tiefer zu liegen, und die harten Kalke des mittleren Malm vertreten immer mehr die Stelle, die im östlichen Tafeljura der Hauptrogenstein eingenommen hat.

Es stoßen auf diese Weise an den Nordrand des Kettenjuras zwei breite, in sich stark zerbrochene Gräben, die neben zwei ebenso breite, nur unbedeutend gestörte Horste versenkt sind und alle NNO.—SSW. streichen. Die Brüche von größter Sprunghöhe und weitester horizontaler Erstreckung, also die bedeutendsten, scheinen derjenige von Wittinsburg—Känerkinden, der von Altberg—Diegten und der vermutete Bennwiler Bruch zu sein.

Eine merkliche Vertiefung in jungtertiärer Zeit scheint von all diesen alttertiären Brüchen nur derjenige von Diegten in seinem südlichsten Stück erfahren zu haben.

An ihrem Südrande sind von Häfelfingen bis Bennwil die beiden diskordanten Schichttafeln aufgebogen, so daß das schwache südliche Einfallen in ein stärkeres nach N. umgekehrt wird und vor dem Kettengebiete eine Synklinale entlang läuft, die die Punkte Häfelfingen, Buckten, Oberdiegten und Bennwil schneidet. Noch weiter westlich fehlt sie.

Im Kettenjura ist seit Beginn seiner Erforschung ein Gegenstand besonderen Interesses die Muschelkalkzone gewesen, die ihn in wechselnder Breite im Streichen der Ketten durchzieht und deren Nordrand zumeist unmittelbar auf den Tafeljura aufgeschoben ist. In unserem Gebiete schiebt sich zwischen beide Stücke noch eine Gebirgsgruppe ein, die mit dem Tafeljura die Schichtenfolge, mit dem Kettenjura den geologischen Bau teilt und die man als überschobenen Tafeljura bezeichnet hat.

An seinem Ostende beginnt der überschobene Tafeljura mit einer zu einem einfachen, verhältnismäßig flachen Gewölbe aufgebogenen Platte, die bis zu dem kleinen Querbruch am Hasenhügel reicht und vom oberen Homburger Tale quer durchbrochen wird. Der Sattel ist im O. (Homberg) noch geschlossen, im W. (Ebenland) bis auf den unteren Dogger erodiert. Die Schichten sind vom Keuper bis zum Argovien und Tertiär sichtbar. Hervorgehoben sei die auffallende Ausdünnung, die das Argovien in der Ostwestrichtung erfährt: Bei Rotacker gibt DE VILLIERS 100 m, westlich Engelsrüti nur 8—10 m als Mächtigkeit an. Da über diesen Schichten das Miocän noch vorhanden ist, so ist die Erscheinung auf verschieden starke vormiocäne Erosionen zurückzuführen.

Die Hasenhügelquerverwerfung[1] trennt diese fest zusammenhängende Platte von einer sehr unregelmäßig gebauten, lebhaft zerstückelten Partie, die bis zum Eichbuchel, südlich Bennwil, reicht. Den Norden dieses Stückes beherrschen die mehr oder weniger unvollständigen Hauptrogensteingewölbe der Hard und des Sagwaldes, in der Mitte fallen die eigentümlich durch Brüche isolierten Hauptrogensteingewölbe und -gewölbestücke von Unterburg, Dangernfluh und Eichenberg auf, den Süden nimmt der Keuper von Eptingen, Rötler und Griesen ein. Das Argovien ist hier (west-

[1] DE VILLIERS p. 48 ff.

lich der Hasenhügelverwerfung), soweit es überhaupt mit dem Tertiär erhalten ist, über 100 m mächtig. Zahlreiche winkelig vor- und zurückspringende Brüche trennen N. und S. und zerlegen das Ganze in mindestens fünf isolierte Schollen. Auf den Nordsüdbruch Oberburg—Dangern sei besonders hingewiesen. Er scheidet gewissermaßen die ganze Schollenzone in eine östliche, grabenartig tieferliegende, und in eine westliche Hälfte, die aus den beiden Horststücken Sagwald und Rötler zusammengesetzt ist[1].

Im S. von Bennwil hört der Hauptrogenstein des eben besprochenen Zuges auf eine längere Strecke nach W. (für unser Gebiet überhaupt) auf. An seiner Stelle treten unter dem nördlichen und östlichen Dielenberg große Mengen weicher Keupermergel hervor. Ich habe zur Erklärung dieses Verhaltens eine Nordsüdverwerfung eingezeichnet, die sich auf der Celliers'schen Karte nicht findet. Die späteren Erörterungen dürften dies Verfahren rechtfertigen. Der Bennwiler Keuper stellt gewissermaßen nur eine Verbreiterung des schmalen Keuperbandes dar, das fast den ganzen Muschelkalkausstrich nördlich begleitet, und gehört als solche eher zu diesem, als zur vorhergehenden Zone.

Der Muschelkalk selber liegt mit der bekannten, bedeutenden Überschiebung dem nördlichen Vorland auf und eröffnet als ein in seiner Breite und Höhenlage stark und rasch wechselndes Band die Reihe der südlich angelagerten mehr oder weniger normalen Ketten.

In der weiteren Umgebung von Läufelfingen steigt der Muschelkalk zu seiner größten Höhenlage auf (Wiesenberg, östlich 1006 m, Walten westlich 904 m). Zugleich hat er in diesem Bezirke die stärkste Zersplitterung in einzelnen Schuppen erfahren. Nach de Villiers scheinen im Querprofil der beiden genannten Berge 6—7 Schuppen vorzuliegen und auch die scheinbare Verminderung derselb en und das tiefe Zurückweichen des Nordrandes im Läufelfinger Tal haben wohl, wie auch de Villiers annimmt, nur in der

[1] Wegen der einzelnen interessanten Verhältnisse in diesem zerbrochenen Faltengebiet (oder vielmehr gefalteten Schollenland, wie gezeigt werden wird) verweise ich auf die Bearbeitung von de Villiers. Er faßt alle diese Störungen als Folgeerscheinungen der gewaltigen Muschelkalküberschiebung auf. Es wird sich jedoch zeigen, daß die auf dem angrenzenden Gebiete inzwischen gemachten Beobachtungen eine andere Deutung näher legen.

Erosion ihren Grund. Immerhin geht die ganze Masse nach W. etwas zurück, dem NO.—SW.-Streichen entsprechend.

Östlich des Obertlochgrabens (SO. Eptingen) sind noch 5 (—6), dicht westlich davon nur noch 4 und östlich Walburgstühl (WSW. Eptingen) nur noch 2 Muschelkalkschuppen vorhanden. Mit dieser plötzlichen Abnahme der Schuppenbildung im O. von Eptingen geht eine bedeutende Verschmälerung und Ausdünnung des Muschelkalkausstriches parallel. Zugleich findet an derselben Stelle ein Knick im Streichen des Muschelkalkes statt, derart, daß das Streichen bei Eptingen aus der NO.—SW.-Richtung in eine OSO.—WNW.-Richtung übergeht. Die Vermittlung zwischen beiden Teilen übernimmt das O.—W. streichende Stück im S. des Ortes.

Gehen wir nach W. weiter, so ist bei Wittholz und Hohestelle der Muschelkalk nur noch einfach vorhanden, ebenso im Dielenberg, hier aber erreicht er plötzlich wieder nicht nur eine wesentlich höhere Lage und größere Oberflächenverbreitung, sondern geht auch, als Gegenstück gewissermaßen zum Wiesenberg, wieder bedeutend nach N. vor. Dieser Wechsel findet im S. von Bennwil statt und fällt mit dem vermuteten Bennwiler Querbruch der ersten Zone örtlich zusammen.

Über dies Verhalten des Muschelkalkes vergleiche man die Profile von Celliers und de Villiers in der Reihenfolge 12—7, 6, 5, 2, 4, 1, 3, in der sie von O. nach W. den Muschelkalkausstrich schneiden.

Überall legt sich auf die südlichste Muschelkalkschuppe gleichsinnig nach S. einfallend der Keuper und eröffnet mit diesem normalen Verbande die dritte Längszone des Faltengebietes, die aus den höheren Trias- und den Juraschichten besteht. In einem Aufundnieder von Sätteln und Mulden reihen sich die Ketten hintereinander, erreichen auf der Linie Langenbruck—Trimbach den Südrand des untersuchten Gebietes und tauchen bei Olten unter das Tertiär und Diluvium der Mittelschweiz unter.

Wir suchen die Querstörungen auch in dieser Zone auf und beginnen im O.

Querbrüche fehlen vom Ostrande ab bis in den Süden von Eptingen völlig; der kleine Erlifluhbruch bildet als Verbindung zweier Längsbrüche nur scheinbar eine Ausnahme. Ein Wechsel

im Längsverlaufe der Ketten wird vielmehr nur durch Sinken und Steigen der Faltenachsen hervorgerufen. Wir sehen insbesondere in der Gegend von Ifental durch eine langgestreckte Malmmulde ein Einsinken, westlich davon bei Fasiswald durch das unvermittelte Heraustreten des Muschelkalkes ein Steigen sich kundgeben.

Verbinden wir diesen Punkt bei Fasiswald quer durch die Ketten hindurch nach Norden mit dem Obertlochgraben bei Eptingen, so betonen wir damit eine natürliche Grenze: Sind nämlich östlich dieser NS.-Linie im Gebiete von Hauenstein und Trimbach, wie bemerkt, die Ketten durch keinerlei Querverwerfungen unterbrochen, so beginnt westlich davon bis zum Waldenburger Tale der Komplex, in welchem zahlreiche Querbrüche bestimmenden Einfluß auf die Tektonik gewinnen.

Die wichtigsten davon sind die Krähegg-Querverwerfung bei Langenbruck und der Querzug Asprain—Spahlen—Dürstel—Gustweid[1].

Wegen der Wichtigkeit gerade dieser Spaltenzüge für meine späteren Erörterungen habe ich dieselben im Gelände noch einmal selbst begangen und dabei die Beobachtungen von Herrn Celliers im wesentlichen durchaus bestätigen können. Über Existenz und Verlauf der Quersprünge an der Krähegg, bei Asprain, Spahlen und Dürstel, fernerhin westlich der Dangernfluh und am Nebenberg bei Eptingen kann meines Erachtens kein Zweifel bestehen. Die Verschiebungsbeträge sind zunächst so bedeutend, daß schon der Anblick des Geländes und der topographischen Karte die Störung mit Sicherheit erkennen läßt. Bei der sogen. Gustweidverwerfung Celliers' habe ich, einer Anregung von Herrn Dr. Buxtorf folgend, versucht, die anormalen Lagerungsverhältnisse auf andere Weise, etwa mit Hilfe von Längsstörungen zu erklären. Das ist mir auf keine Art gelungen. Wollte man z. B. die beiden Liasrücken von Oberbölchen als das normale Liegende der Schattenberg—Spitzenflühlischolle auffassen, so bliebe das plötzliche Abbrechen der Liaskanten in der Nähe der Scheune Gustweid völlig unerklärt. Ich habe mich lange vergeblich bemüht, zwischen Spitzenflühli und Gustweid irgendwelchen Lias aufzufinden. Die tiefsten erschlossenen Schichten sind die *Opalinus*-Tone, die z. T. von *Murchisonae*-Gestein überrollt in den Bachrissen oberhalb der Gustweid verschiedentlich deutlich anstehen und zudem mit ihren rutschenden Massen das ganze Gebiet überschwemmen. Es fehlt ferner eine Verbindung des Lias von

[1] Noch bedeutendere Querbrüche treten im Westen des Waldenburger Tales auf. Am bekanntesten sind diejenigen der Clusen von Mümliswil und Oensingen durch die Kontroversen geworden, die sich über ihre Entstehung entsponnen haben.

P. 1015 (SW. Bölchenweid) mit demjenigen von der Gustweid; ferner ist bei P. 1015 der Lias deutlich westlich neben dem Keuper der südlichen Bölchenweid anzutreffen. Endlich schließt auch die stark (30°) nach Südosten geneigte Lage der Spitzenflühlischolle eine ungestörte Verbindung mit dem O.—W. streichenden und zu hoch liegenden Keuper und Lias der Bölchenweid aus. Zu ganz entsprechenden Ergebnissen bin ich auch im Norden der Gustweidviehhütte gelangt. Eine kleine Korrektur ist hier an der Celliers'schen Aufnahme insofern vorzunehmen, als der nördliche Liasrücken von Oberbölchen an der Gustweid um etwa 50—80 m weiter westlich erst abbricht, als auf der Karte eingetragen. Weiter im Westen und Norden aber fehlt Lias völlig und in der Gegend südlich Bölchenhalde—Rütschenmatt treten wir überall von Keuper direkt in unteren Dogger und umgekehrt. Auch die Lage der Schattenberg—Geißfluhscholle (Str. WNW.—OSO. F. S.) ist mit dem Keuper und Lias von Bölchenhalde etc. auf keine Weise in ungestörten Einklang zu bringen. Bei dem im Gelände sehr auffallenden horizontalen Hereinziehen der Geißfluhwand in die Gegend zwischen Bölchenhalde und Oberbölchen liegen hier die Schichten viel zu hoch; das Abbrechen des Hauptrogensteins unter der Schattenbergweid ist demnach unmöglich durch bloße Rückwitterung, vielmehr nur mit Hilfe einer Querstörung zu erklären.

Ich komme somit dazu, an der Celliers'schen Deutung festzuhalten. Die Annahme der Gustweidquerverwerfung schließt alsdann durchaus den durch die nördlichen und südlichen Spaltenstücke gegebenen Querzug. Dieser Quersprung allein macht endlich das so stark abweichende Verhalten des Lias-Keuperfeldes von Nieder- und Oberbölchen gegenüber den Hauptrogensteinschollen des Westens und das gleichmäßig an eine nordsüdliche Grenze gebundene Abbrechen derselben verständlich.

Durch den Kräheggbruch und den Querspaltenzug Asprain—Gustweid entstehen zwischen den Linien Eptingen—Fasiswald und Langenbruck—Waldenburg drei NS. gestreckte Querzonen des Gebirges.

1. Am geschlossensten ist diejenige im S. von Eptingen, ein rechteckiges, im N. durch den Muschelkalk abgegrenztes Stück, das der Nachbarschaft gegenüber ein völlig abweichendes Verhalten zeigt.

Sein südlicher Teil nämlich (Drahtzieher, Gwidenfluh, Bölchenfluh) hat, worauf schon Herr Celliers hinweist, an der Asprainverwerfung und ihrer Verlängerung entlang eine selbständige Vorwärtsbewegung in horizontaler Richtung erfahren, so daß dieser Bruch als Blattverwerfung im Sinne von Suess aufzufassen wäre.

Der nördliche Teil ist das stark in sich zerbrochene Keuper-Liasfeld im S. von Eptingen; in diesem fehlt völlig der Haupt-

rogenstein, der im O. bei Ifental und im W. jenseits der Gustweidverwerfung in ansehnlichen Massen den tektonischen und landschaftlichen Charakter bestimmt. Im Gegensatze zu der Bruchzone im N. von Eptingen können wir dieses Stück als das südliche Eptinger Bruchfeld bezeichnen.

2. Zwischen dem Querzug Asprain—Gustweid und der Krähegg-querverwerfung liegt ein Stück, das gegenüber den beiden benachbarten in der Vorwärtsschiebung zurückgeblieben ist und im Süden als Horst, im Norden z. T. grabenförmig erscheint.

3. Im W. der Kräheggverwerfung und ihrer nördlichen Verlängerung, die über den Knick des großen Längsbruches am Steinenberg und das Westende des Schellenberglängsbruches etwa den Bennwiler Querbruch treffen würde, beginnt ein drittes, anders geartetes Gebirgsstück. Im S. hat wieder eine Vorschiebung gegenüber der östlichen Nachbarschaft stattgefunden. Außerdem ist das Gebiet durch die Entwicklung jener weiten Malm- und Tertiärmulden charakterisiert, die westwärts immer mehr an Ausdehnung gewinnen und gewissermaßen im kleinen die großen Tertiärbecken von Moutier, Delsberg usw. nachahmen bezw. vorbereiten. Dieses ausgedehnte Auftreten jüngerer Schichten wird in unserem Gebiete ermöglicht durch ein virgationsartiges Auseinandertreten der Ketten, das an der Linie Eptingen—Fasiswald seinen Anfang nimmt. Dadurch nämlich, daß sich die nördlichen Ketten dem nach NW. umschwenkenden Muschelkalke anschließen, die südlichen dagegen die bisherige SW.-Richtung des östlichen Muschelkalkes beibehalten, divergieren sie nach W. allmählich ganz bedeutend; hierdurch beträgt der Abstand des Muschelkalkes von der Kette Fasiswald—Langenbruck bei Eptingen 2,7 km, bei Oberdorf—Langenbruck dagegen 6 km, also mehr als die doppelte Entfernung.

Tafel- und Kettenjura.

Die Brüche im Tafeljura, die fast senkrecht zu dem Streichen der Ketten deren Nordrand erreichen, sind ja in der Mehrzahl alttertiärer Entstehung. Das mittlere Miocän transgrediert ungestört darüber. Die Falten dagegen und Überschiebungen haben die Gestalt, in der sie uns heute vorliegen, erst in nachmiocäner Zeit erhalten: die obermiocäne Nagelfluh ist, wo sie überhaupt vor der Erosion bewahrt blieb, noch deutlich in vollem Umfange

mitgefaltet. Dies müssen wir vor Augen behalten, wenn wir an eine Untersuchung über tektonische Beziehungen zwischen beiden Gebirgsstücken herantreten. Denn wir werden demzufolge im wesentlichen eine Beeinflussung des Faltenbaues durch die Brüche der Tafel, nur untergeordnet auch das umgekehrte zu finden erwarten.

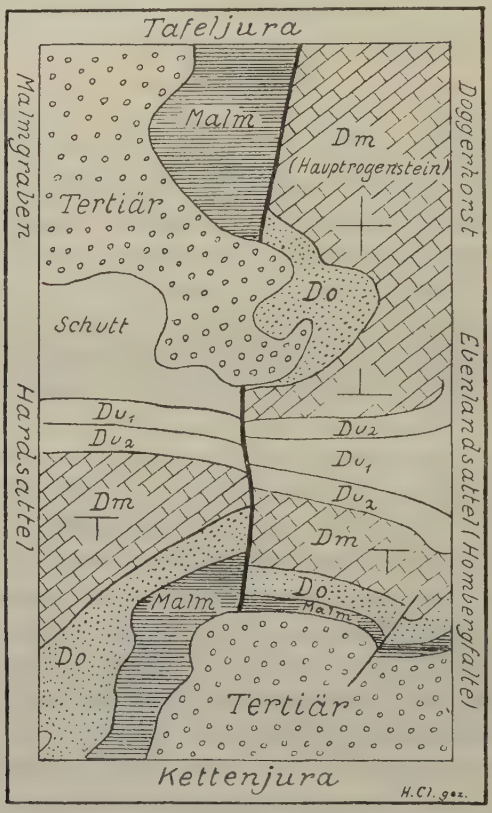


Fig. 1. Spezialkarte der Verhältnisse am Hasenhügel bei Buckten (1 : 25000) zeigt das Verhalten einer alttertiären Verwerfung des Tafeljuras bei ihrem Übertritt in die jungtertiären Falten des Kettengebietes, besonders ihre Umwandlung in eine scheinbare Blattverwerfung.

Bevor wir jedoch in eine systematische Bearbeitung der Grenzverhältnisse eintreten, möchte ich bitten, die Aufmerksamkeit auf einen speziellen Punkt zu lenken, der für das Verständnis des übrigen von prinzipieller Bedeutung ist (Fig. 1).

Es wurde die Hasenhügelquerverwerfung genannt, die durch DE VILLIERS im Westen des Homburger Tales zwischen Hard und Katzenrücken—Rappenfluhhalde festgestellt worden ist.

DE VILLIERS (l. c. p. 48, 49, 52 u. 53) sieht in diesem Querbruche, und von seinem Untersuchungsgebiete aus auch mit aller Berechtigung, noch eine Folgeerscheinung der „Muschelkalküberschiebung, die einen solchen Druck auf die Unterlage ausübte, daß Querrisse entstanden" (l. c. p. 49, Mitte). Diese Deutung fügt sich dem Rahmen des allein vom Kettenjura aus gewonnenen tektonischen Bildes ungezwungen ein. Unerklärt aber bleibt freilich die sehr verschiedene Mächtigkeit der Birmensdorf—Effinger Schichten zur rechten und linken Seite des Bruches (siehe oben p. 129 f.), die auf DE VILLIERS' Karte sehr deutlich zum Ausdruck kommt. Wir haben es ganz offenbar mit einer Verschiedenheit in der vormiocänen Erosion beider Verwerfungsflügel zu tun. Der östliche Flügel war schon damals viel (72 m) tiefer erodiert, als sich das mittlere und obere Miocän über beide gleichmäßig darüber legten. Diese verschieden tiefe Abtragung aber wird nach Analogie der Verhältnisse im Tafeljura nur erklärt durch die Annahme einer noch älteren tektonischen Niveauverschiedenheit, entstanden durch Verwerfung; d. h. also: die Hasenhügelverwerfung muß vormiocän sein, trotzdem sie heute in einem nachmiocänen Gewölbe liegt.

Diese Deutung erscheint ohne weiteres als die richtige, wenn wir die Verhältnisse im anstoßenden Tafeljura heranziehen. Denn dann stellt sich die Hasenhügelverwerfung heraus als südliche Fortsetzung des NS.-Bruches Wittinsburg—Känerkinden und ist von diesem nur durch den transgredierenden Tertiärlappen im SO. von Känerkinden getrennt[1].

Alle übrigen Verhältnisse fügen sich dieser Auffassung durchaus: der Graben im W. jenes Känerkindener Bruches wird ganz von Argovien eingenommen, das, wie bei Wittinsburg zu beobachten

[1] Auf der DE VILLIERS'schen Karte scheint der andere Bewegungssinn der Hasenhügelverwerfung (tieferer Flügel östlich) ein Hindernis für ihre Verbindung mit dem Känerkindener Bruch zu bilden. Hier liegt jedoch ein Versehen des Verf.'s vor. In Wirklichkeit erscheint auch im gefalteten Gebiete der Westflügel als der tiefere und ragt nur orographisch höher empor, wodurch offenbar auch der Irrtum entstanden ist. Ich habe in meiner Übersichtskarte die nötige Änderung vorgenommen.

ist, in einer Mächtigkeit von mindestens 100 m erhalten ist. Bei Känerkinden von Nagelfluh zugedeckt, treten diese Sedimente bei Groß-Dietisberg, durch die Faltung emporgehoben, in voller Mächtigkeit wieder hervor. Im O. des Känerkindener Bruches dagegen legt sich über den Hauptrogenstein des Horstes, durch das Südfallen bedingt, erst ganz am Südende der Tafel eine dünne Schicht von *Varians*-Mergeln (Galgenacker bei Buckten). Dann folgt das Tertiär. Erst noch weiter südlich konnte auch für Weißjuraschichten die Erhaltungsmöglichkeit entstehen. Und tatsächlich finden wir diese im gefalteten Gebiete östlich der Hasenhügelverwerfung in dem erwähnten, nur 8 m mächtigen Argovien von Klein-Dietisberg. Nun kann es auch nicht mehr verwundern, daß die Hasenhügelverwerfung nach Süden hin im Tertiär unsichtbar wird, was DE VILLIERS auf technische Erkennungsschwierigkeiten zurückführt. Vielmehr deckt auch hier wieder das Miocän den älteren Bruch transgredierend zu, ohne selbst je davon mitbetroffen zu sein.

Sonach haben wir hier einen Bruch vor uns, der in alttertiärer Zeit entstand, als der betreffende Teil des heutigen Faltengebietes noch Tafel war, der dann, von der Miocändecke verhüllt, in das nachmiocäne Faltengebirge aufgenommen, hochgehoben und nun durch raschere Erosion bloßgelegt wurde.

Die Hasenhügelverwerfung als eine B l a t t v e r w e r f u n g aufzufassen, wie es DE VILLIERS tut, wenn er eine Nordverschiebung des Westflügels annimmt, ist demnach n i c h t oder nur in sehr beschränktem Umfange berechtigt. Eine solche Bewegung hat jedenfalls in merklichem Grade nur in der N o r d hälfte des Doppelsattels stattgefunden. Darauf läßt schließen, daß im W. des Bruches eine Überschiebung des Doggers der Hard über das Tertiär von Riedmatt—Rößliberg vorliegt, während östlich das Gewölbe im Zusammenhange geblieben und nur durch Erosion (und Aufbruch?) geöffnet worden zu sein scheint. Die früher einfache Verwerfung erschiene dadurch gewissermaßen wieder lebendig gemacht, aufgearbeitet und in eine Blattverwerfung umgewandelt. Für diese Differenz beider Flügel ist vermutlich das ganz verschiedene Verhalten (Stauung z. T.) der vorgelagerten Tafel verantwortlich zu machen.

Im S ü d schenkel des Hard-Ebenlandgewölbes dagegen ist von einer derartigen Erneuerung der alten Störung keine Spur zu be-

obachten. Lediglich durch die spätere Schiefstellung des ganzen Schollensystems vielmehr geht aus der einfachen senkrechten Grabensenkung ein Bild hervor, das mit einem echten Blatte im Sinne von Suess nichts als den äußeren Habitus gemeinsam hat und als „Pseudoblatt" zu bezeichnen wäre.

Zur Verdeutlichung dieser Anschauung möchte ich schon jetzt aus der Reihe der übrigen Fälle ein zweites Beispiel herausgreifen, bei dem mir der geschilderte Typus mehr oder weniger rein ausgebildet zu sein scheint:

Die Kräheggquerverwerfung bei Langenbruck halte ich aus noch anzugebenden Gründen ebenfalls für älter als die Faltung. An dieser Verwerfung ist nach der oben wiedergegebenen Anschauung von J. B. Celliers[1] ebenfalls der Westflügel (Kräheggberg) „200 m nach N. vorgeschoben" worden. An diesem Punkte hat es auch wirklich diesen Anschein. Gehen wir aber vom Kräheggberg nach N., so taucht der Hauptrogenstein, der sich soeben von S. ansteigend zur Sattelachse des Berges emporgehoben hat, schon an der Schöntalfluh als Nordschenkel wieder unter den Malm der Weißweid unter. Im Osten des Querbruches dagegen ist das Gewölbe erheblich breiter: der Südschenkel steigt 200 m weiter südlich auf und der Nordschenkel verschwindet erst am Schattenberg (hier durch einen Längsbruch abgeschnitten) unter dem Malm, der das Analogon desjenigen der Weißweid bilden würde. Der Sachverhalt in den Nordschenkeln würde also gewissermaßen als eine Rückversetzung des westlichen Flügels aufgefaßt werden müssen, während derselbe im S. vorwärts versetzt erscheint. Das ist aber undenkbar. Vielmehr haben wir es hier mit einer verhältnismäßig reinen Ausbildung des oben skizzierten Typus zu tun: der Westflügel lag schon vor der Faltung tiefer als der östliche und blieb in dieser Lage, als die Faltung beide Flügel ergriff. Dadurch entstand auf der Karte das verwirrende Bild einer Blattverschiebung, die in Wirklichkeit nicht im mindesten oder wenigstens nicht in diesem Maße stattgefunden haben muß.

Die ganzen mechanischen Vorgänge stellen eine Umkehrung dessen dar, was durch die klaren Modellzeichnungen in E. Kayser's Allgemeiner Geologie zur Anschauung gebracht wird[2]. Das gleiche

[1] p. 31 Z. 6 v. u.

[2] 2. Aufl. 1905. p. 183. Fig. 130 A—C.

Bild, das dort durch Querverwerfung eines Gewölbes zustande kommt, ist hier aus der Aufwölbung zweier quer verworfenen Schollen hervorgegangen.

Nach Erledigung dieser Vorfragen können wir in die ordnungsgemäße Untersuchung der Beziehungen zwischen Tafel- und Kettenjura eintreten und beginnen im Osten.

Vom Ostrande bis an den Känerkindener Bruch reicht im Tafelgebiete die horstartig emporragende, bruchlose, festzusammenhängende Häfelfinger Platte. Im nördlichsten Faltengebiete entspricht derselben die ebenfalls bruchlose, als Ganzes hoch aufgebogene Platte von Läufelfingen. Beide Stücke werden durch den gesamten Spaltenzug Wittinsburg—Hasenhügel westlich abgegrenzt gegenüber zwei wiederum einander durchaus entsprechenden Gebirgsteilen. Im Tafellande haben wir das breite, in sich stark zerstückte Grabenfeld von Känerkinden—Diegten. Im nördlichsten Kettenlande liegt demselben das nördliche Eptinger Bruchfeld gegenüber, jenes Viereck, das, von zwei Querbruchsystemen eingeschlossen, ein Durcheinander in der mannigfaltigsten Weise zueinander verworfener und verschobener Schollen darstellt. Es liegt nahe, auch in den Verwerfungen dieses Eptinger Bruchfeldes die bei der Faltung verarbeiteten Südfortsetzungen der heute im Tafeljura noch rein erhaltenen, älteren Brüche zu vermuten und die einzelnen Schollen, die unter der Tertiärdecke des südlichen Tafeljuras verschwinden, in den eigentümlich gelagerten Eptinger Schollen wieder zu sehen.

Der komplizierte Bau dieses Gebietes, dessen Verständnis seinen Bearbeitern bedeutende Schwierigkeiten verursacht hat, würde sich dann ungezwungen aus der Annahme der beiden tektonisch heterogenen und zeitlich getrennten Störungsphasen erklären: erstens der einfachen Bruchbildung und zweitens der Aufarbeitung und Umgestaltung der hierdurch entstandenen Schollen zu jenen rätselhaften Gebilden, die Prof. Mühlberg bisher als Schuppen, de Villiers und Celliers als während oder nach der Faltung entstandene Bruchschollen angesehen wissen wollten.

So leicht wie bei Känerkinden ist es hier leider nicht, die einzelnen Tafelbrüche in die Ketten hinein genau zu verfolgen, da sich zwischen beide der anscheinend ungestörte Hauptrogensteinklotz der Hard einschiebt und erst südlich von diesem der

charakterisierte Spaltenbezirk beginnt. Tatsächlich vermag ich für diese Unklarheit eine überzeugende Erklärung nicht zu geben. Es wären wohl zwei Deutungen möglich. Erstens, daß der Bruch Talacker—Gieß, der das Känerkinden—Diegtener Bruchfeld median durchschneidet, schon vor dem Nordrande der heutigen Hardfalte völlig oder nahezu ausgeheilt wäre und erst jenseits derselben eine gleichgerichtete Spannung sich von neuem ausgelöst hätte. Solche Fälle werden ja in Bruchgebieten oft genug beobachtet. Zweitens wäre nicht ausgeschlossen, daß der Bruch, trotzdem er heute im Kartenbild unsichtbar ist, doch tatsächlich durch den Hardsattel hindurchsetzte und daß seine anfängliche Sprunghöhe bei der Faltung annulliert und er dadurch nachträglich zugeheilt worden wäre.

Der Versuch, wie beim Hasenhügel, am Betrage der vormiocänen Erosion einzelne bestimmte Schollen wieder zu erkennen, ist nur in beschränktem Maße möglich. Das Argovien von Groß-Dietisberg (100 m mächtig) dünnt sich allmählich unter dem Tertiär aus bis zu dem Punkte Melstel, wo es nur noch als sehr dünne Lage erhalten ist. Dies Verhalten entspricht sehr deutlich demjenigen der entsprechenden Schichten auf der Scholle, die an dem Känerkindener Bruche abgesenkt nach Westen bis zu dem Bruche von Hof Gieß ansteigt: Im O. das ganze Argovien, im W. der Scholle nur Hauptrogenstein und untere *Varians*-Schichten; darüber das Miocän. Der kleine Bruch zwischen Witwaldweid und Melstel könnte dann als südlichstes, schwaches Ausklingen der Verwerfung von Unterfur bei Wittinsburg gelten, die weiterhin in eine Flexur überzugehen schien.

Die Verwerfung zwischen Hof Witwald und Eichenberg wäre als Südende des Medianbruches von Hof Gieß aufzufassen. Eine Ansicht, die besonders dann an Wahrscheinlichkeit gewinnt, wenn wir ersteren Bruch in das Feldbachtal (nordwestlich Eptingen) hinein verlängern.

Der übrige, nordwestliche Teil des Eptinger Bruchfeldes würde den westlichen Diegtener Graben repräsentieren. Leider fehlt infolge der Erosion durch das nahe, tief hindurchgeschnittene Tal das Argovien, dessen Mächtigkeit einen deutlichen Fingerzeig geben würde.

Die schiefe Stellung zur Nordsüdrichtung und zur senkrechten Lage, die all diese Brüche im Eptinger Bruchfeld auf-

weisen, erscheint genügend durch die Faltung erklärt, die die einzelnen Schollen selbständig anpacken und mit großer Leichtigkeit in mannigfaltiger Weise gegeneinander verdrehen und verschieben mußte.

Durch alle Eigenschaften steht das nördliche Eptinger Bruchfeld zu der fest zusammenhängenden Läufelfinger Platte in scharfem Gegensatze. Und auch die Vorschiebung, die jenes Stück an seinem Nordrande (Hard) erfahren hat, erklärt sich leicht aus dem geringeren Widerstande, den das Känerkindener Bruchgebiet im Vergleich zu dem starren Häfelfinger Horst der andringenden Faltung entgegensetzen konnte.

Nach diesen Erörterungen erscheint es selbstverständlich, daß wir in der Westgrenze der Eptinger Bruchzone auch die Westgrenze des Diegtener Grabenbruchlandes zu sehen haben. Das heißt: Wir dürfen die vier Verwerfungen Altberg—Diegten, Oberdiegten, Oberburg, Feldbach—Habsen als Stücke einer zusammenhängenden Nordsüdspalte ansehen, die auf der ganzen Strecke, von dem kleinen Verbindungsstücke bei Oberdiegten abgesehen, den gleichen Verwerfungssinn beibehalten hätte.

Weiter im W. verlassen die Untersuchungen wegen der umfangreichen Tertiärbedeckung im Tafeljura leider den sicheren Boden. Vor allem muß es durchaus Hypothese bleiben, wenn wir den großen Zunzgen—Bennwiler Sprung in dem kleinen, aber bedeutenden Querbruche wieder sehen wollen, der im S. von Bennwil mit dem Hauptrogenstein des Sagwaldes den überschobenen Tafeljura aufhören und gegen den Keupersockel des Dielenberges abstoßen läßt. Bei dieser Annahme erscheinen die gesamten, z. T. sehr hoch liegenden Komplexe Habsen—Rötler—Griesen und Nebenberg—Sagwald—Hornet als Südrand des breiten Diegten—Bennwiler Horststückes. Der Keupersockel des Dielenberges liegt dann in ganzer Breite dem großen Hölsteiner Malmgraben gegenüber.

Da mit dem „überschobenen Tafeljura“ bei Bennwil auch die Synklinale des südlichen Tafeljuras ihr westliches Ende erreicht, so ist dieselbe als Aufbiegungserscheinung offenbar an den überschobenen Tafeljura gebunden, ist gewissermaßen als der liegende Schenkel dieser Randüberschiebung anzusehen, und ihr Ende ist also ebenfalls durch den Bruch Zunzgen—Bennwil—Eichbuckel bedingt.

Von der Muschelkalkzone wurde oben der Wechsel in Höhenlage, Breite und Schuppenzahl hervorgehoben, der sich am stärksten im S. von Eptingen bemerkbar macht, nämlich am Obertlochgraben im SO. des Ortes, wo die Schuppenzahl von 7 auf 4 und die Gesamtbreite auf weniger als die Hälfte herabsinkt; zweitens bei Walburgstühl, 1500 m weiter westlich, wo der rasche Übergang zur Zwei- und Einzahl der Schuppen und zu einer ganz minimalen Breite des Ausstriches eintritt. An diesen Stellen wendet jedesmal das Streichen des Muschelkalkes mit einem leichten Knick aus der NO.—SW.-Richtung in eine ostwestliche und dann in eine OSO.—WNW.-Richtung um.

Es scheint nun nach dem Vorhergehenden nicht Zufall, daß diese beiden Punkte mit den Südfortsetzungen der beiden Hauptquerbrüche, der Hasenhügel- und der Oberburg—Habsen-Verwerfung zusammenfallen. Und ebensowenig kann es überraschen, daß auch die dritte Unregelmäßigkeit im Muschelkalkbande, das weite Vordringen der Dielenbergtafel, mit einer Querstörung im Vorlande, dem Zunzgen—Bennwiler Querbruch örtlich zusammenfällt.

Der Muschelkalk fügt sich also der queren Vierteilung des normalen und des überschobenen Tafeljuras völlig ein.

1. Der östlichste der drei Teile ist der bei weitem am stärksten hervortretende: Er umfaßt die hoch aufsteigende, stark geschuppte und weit überschobene Muschelkalkmasse, die vom Wiesenberge nach dem Walten und bis zum Obertlochgraben NO.—SW. hinüberstreicht. Da diese mächtigen Gebirgsklötze den hohen, bruchlosen Horsten von Häfelfingen und Läufelfingen gegenüberliegen, so verdanken sie offenbar der Stauung durch dieselben ihre gleichfalls hohe Lage und die starke Zerreißung in einzelne schuppenförmige Tafeln. Der Bruchlosigkeit jener Stücke entspricht, daß auch der Muschelkalk keine einzige Querstörung aufweist. In die südwestliche Verlängerung der Hasenhügelverwerfung haben wir also den Querdurchbruch des Obertlochgrabens zu bringen.

2. Zwischen diesem und der Feldbachkluse bei Walburgstühl liegt der Eptinger Muschelkalk, der aus dem bisherigen NO.—SW.-Streichen nicht unbeträchtlich nach N. heraustritt. Diese Vorschiebung schließt sich derjenigen des nördlichen Eptinger Bruchfeldes an, und die geringere Schuppenbildung und Höhenlage in diesem Stück erscheint als Folge der Lage gegenüber, bezw. in dieser grabenförmig versenkten Zone.

3. Die Erklärung für das noch weitere Nordvordringen des Muschelkalkes im anschließenden Westen wird später gegeben werden.

4. Die bedeutende Vorschiebung dagegen im Dielenberg können wir ohne weiteres darauf zurückführen, daß im N. dieses Berges

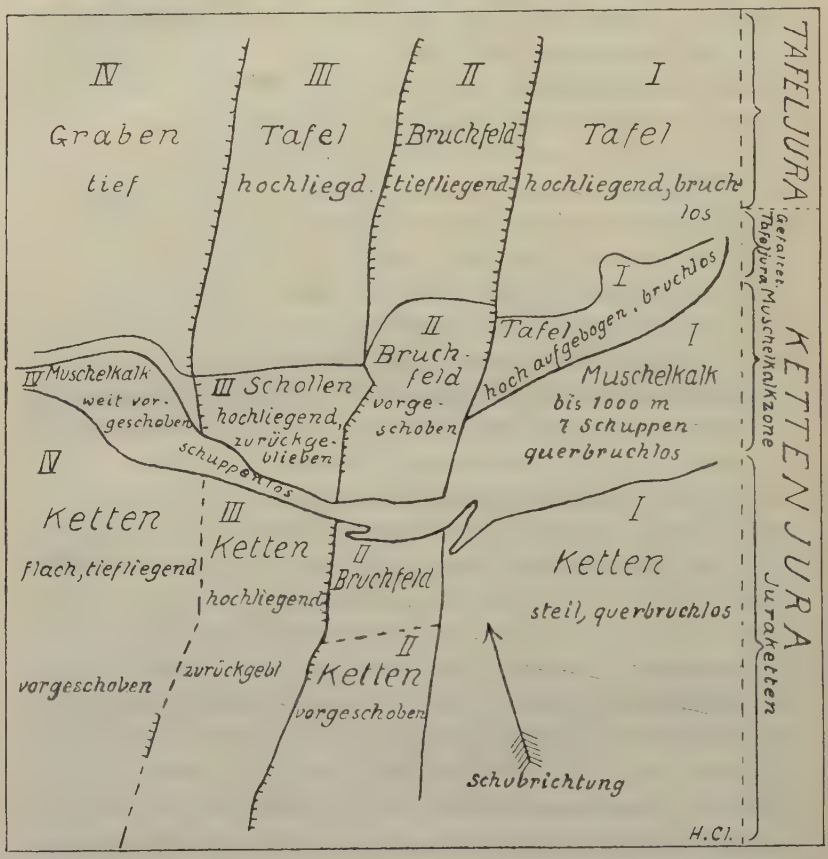


Fig. 2. Skizze der tektonischen Beziehungen zwischen Tafel- und Kettenjura im Baselland. Maßstab 1 : 100000.

an Stelle des Hauptrogensteins des Sagwaldes an dem Bennwiler Querbruche weicher Keupermergel auftritt; dieser mußte dem andringenden Muschelkalk nicht nur einen weit geringeren Widerstand entgegensetzen, sondern sogar durch seine schlüpfrige Be-

schaffenheit als Gleitbahn die Überschiebungsbewegung geradezu begünstigen[1].

Eine analoge quere Vierteilung weisen endlich die Ketten auf, die sich an den Muschelkalk südlich anschließen; und auch bis in diesen Bereich hinein läßt sich also die Beeinflussung von N. her verfolgen. Diese vier Stücke sind:

1. Das Hauensteingebiet im O. der Linie Fasiswald—Eptingen.

2. Das südliche Eptinger Bruchfeld und die südlich daranstoßenden Ketten, bis zum Querzug Asprain—Gustweid.

3. und 4. Das Gebiet westlich hiervon, das durch die Krähegg-verwerfung und ihre nördliche Verlängerung nur unvollkommen in zwei weitere Teile geschieden wird.

1. Das Hauensteingebiet ist durch den Mangel aller Querbrüche gekennzeichnet und teilt diese Eigenschaft mit allen drei nördlich vorgelagerten Stücken. Hierdurch besonders erhält die Ansicht eine feste Stütze, daß die Querbrüche in den übrigen Gebieten alte sind, Südfortsetzungen der noch im Tafeljura rein zu studierenden NS.-Verwerfungen. Daß in diesem Hauensteingebiete die Faltenachsen so lange von O. nach W. ansteigen, bis am Fasiswald Muschelkalk als Sattelkern heraustritt, entspricht ganz und gar dem westlichen Ansteigen des Häfelfinger Horstes bis zur Känerkindener Verwerfung; in der westlichen Endigung des Fasiswald-Muschelkalkes scheint sich diese noch zu äußern. Das ist der Grund, weshalb ich es für berechtigt halte, die Hasenhügelverwerfung über den Obertlochgraben bis hierher weiter zu ziehen, nicht als Verwerfung allerdings, sondern als eine Linie, deren Verlauf die Beeinflussungsgrenze der beiden verschiedenen, anstoßenden Gebirgsstücke angeben soll. Es sei nebenbei bemerkt, daß wieder ein Taldurchbruch (bei Höchweidli im S. von Fasiswald) in diese tektonisch wichtige Linie fällt, eine Beobachtung, die im vorliegenden Gebiete sehr häufig zu machen ist.

2. Bei dem ersten aufmerksamen Blicke, den wir auf die ganze tektonische Übersichtskarte werfen, muß uns am meisten in die Augen fallen, wie annähernd durch die Mitte des Kartenblattes von N. nach S. eine Linie hindurchläuft, in die sich eine ganze Reihe von kleineren und größeren Verwerfungsstücken einfügen. Ich meine die Verbindung der Punkte Altberg bei Ten-

[1] Eine ganz ähnliche Anschauung äußert schon Celliers, p. 46.

niken—Oberdiegten—Asprain bei Langenbruck. Es ist die einzige tektonische Linie, deren Verlauf sich nicht an die Grenzen von Ketten- und Tafeljura bindet, sondern durch beide ungehindert quer hindurchsetzt.

Die Zusammengehörigkeit der nördlichen Teilstücke habe ich oben bereits wahrscheinlich zu machen versucht.

Schon Celliers (l. c. p. 37 Z. 8 ff.) vermutet eine Verbindung der vier südlichen Teilstücke untereinander. Nach den vorher dargelegten neuen Beobachtungen und Überlegungen trage ich kein Bedenken mehr, diesen großen Querzug mit dem Bruche Habsen—Oberburg zu verbinden und das Ganze als bei der Faltung verarbeitete Südfortsetzung des Bruches Altberg—Diegten aufzufassen. Der wechselnde Sinn der Verwerfungsstücke, der Celliers (l. c. p. 36 unten) zögern ließ, kann uns nicht mehr hindern, nachdem wir die Querbrüche als präexistierende und in die Kettenbildung aufgenommene haben auffassen und deuten lernen.

Denn wenn die Faltung schon bestehende trennende Sprünge vorfindet, so ist zu erwarten, daß sie die beiden Flügel in der Regel weiterhin selbständig behandelt und bewegt. Dabei wird sie sich an den bisherigen Verwerfungssinn in keiner Weise binden müssen, es können vielmehr rein theoretisch alle drei Fälle der Umgestaltung eintreten. Erstens Verstärkung, zweitens Verringerung bis Annullierung, drittens Umkehrung der bisherigen Störung.

Wichtig ist, daß dieser Bruch innerhalb des Tafeljuras von N. nach S. an Sprunghöhe zu, nicht, wie viele andere, abnimmt.

Das Fehlen der kurzen Verbindungsglieder innerhalb der Ketten erklärt schon Celliers (l. c. p. 37) aus dem Eintritt der Spalten in weiche und zugleich sehr mächtige Horizonte (Keuper, *Opalinus*-Tone). Daß wir im Muschelkalk keine Spur von Querspalten beobachten, wird am Schluß eine gemeinsame Erklärung erfahren.

Wir haben demnach hier einen Quersprung vor uns, der vom Grütsch bei Thürnen bis Asprain bei Langenbruck, d. h. 12 km weit, durch Tafel- und Kettenjura quer hindurchsetzt.

Im O. nun stößt an diesen Querzug von N. nach S. der Diegtener Graben, das nördliche Eptinger Bruchfeld, der Muschelkalk von Stammburg—Walburgstühl, das südliche Eptinger Bruchfeld und die darauffolgenden vorgeschobenen Ketten. Die Ost-

grenze all dieser Stücke bildet die Nordsüd-Linie Wittinsburg—Hasenhügel—Obertlochgraben—Fasiswald. Die Zusammengehörigkeit der zwischen beide Grenzen eingeschlossenen Gebiete erscheint somit gesichert. Wir verstehen nun auch die zahlreichen kleinen Verwerfungen in dem Liaskeuperfeld im S. von Eptingen, die Mühlberg als Schuppen deutet, als alte, wieder aufgeweckte Brüche aufzufassen, als die Südenden der im nördlichen Eptinger Bruchfeld genauer verfolgten[1].

Ferner erscheint die Vorschiebung der südlichen Ketten (Drahtzieher, Gwidenfluh, Bölchenfluh) durch diejenige der Hardkette bei Diegten und durch den vorgelagerten Diegten—Känerkindener Graben bedingt. Auf die geringe horizontale und vertikale Ausdehnung der Brüche des Liaskeuperfeldes sei schon jetzt hingewiesen.

3. und 4. Es bleibt schließlich das Gebiet westlich der Gustweid—Asprain-Spalte.

Der einzige deutliche Quersprung dieses Stückes, die Kräheggverwerfung, erfuhr oben eine ausführliche Würdigung. Eine Verlängerung nach S. führt in das von Langenbruck abwärtsführende Tal; verfolgen wir die Verwerfung nach N., so gelangen wir in die durch schiefes Einfallen bedingte Rückbiegung des Steinenberg-Längsbruches, die von einem Bachriß durchbrochen wird. Von hier nach N. bis zum Bennwiler Querbruch und der Dielenbergostgrenze fehlt jede deutliche Verbindung. Irgend etwas Sicheres ist also über eine mögliche Zusammengehörigkeit nicht auszusagen.

Als Gründe für dieselbe möchte ich jedoch außer dem oben erörterten Bewegungssinne der Krähеggverwerfung das Auftreten ausgedehnter Malm- und Tertiärmulden (Schattenweid, Humbel) im W. dieser Linie anführen, die östlich davon fehlen und weit steileren und enger gedrängten Falten Platz machen. Jene offenen, flachen Mulden kommen ausschließlich dem tiefen Hölsteiner Malmgraben gegenüber zu liegen und sind vielleicht durch den geringen Widerstand desselben, wie des weit hinaus geglittenen Dielenbergmuschelkalkes ermöglicht.

In diesem Stück liegt auch das einzige Sequan des (vorliegenden) Kettenjuras (auf dem Humbel bei Waldenburg); offen-

[1] Von den großen, durchgehenden Längsspalten ist natürlich nicht die Rede.

bar hat es mit dem Sequan von Hölstein—Niederdorf, dem einzigen, ausgedehnteren Vorkommen des Tafeljuras in Verbindung gestanden. Daß so hohe Horizonte, ebenso wie das darüberliegende Tertiär[1], an dieser Stelle der Erosion getrotzt haben, verdanken sie offenbar der Lage in einer der weiten und tiefen Mulden, die in Verbindung mit dem starken Auseinandertreten der Ketten von O. nach W. zustande gekommen sind.

Diese Kettenvirgation, auf die oben verschiedentlich hingewiesen wurde, bedarf noch einer einheitlichen Erklärung. Außer durch die Entwicklung großer Grabensenkungen im westlichen Teile des Tafeljuras ist diese Erscheinung nämlich noch durch einen anderen Umstand verursacht:

Der Tafeljura fällt schwach nach Süden ein, er streicht von OSO. nach WNW.; die Ketten streichen im allgemeinen, d. h. wo sie durch Unregelmäßigkeiten der vorgelagerten Tafel nicht gestört werden, also in ihren südlichen Teilen, von ONO. nach WSW. Beide Streichrichtungen konvergieren also nach O. unter einem spitzen Winkel.

Da nun die Tafel schwach nach S. einfällt, so kommen die nördlichsten Ketten den höheren Teilen der Tafel desto näher, je weiter wir von W. nach O. fortschreiten. Im gleichen Maße muß dann aber auch der Widerstand wachsen, den die Tafel dem Andrängen der Kettenzüge entgegensetzt; er muß also von W. nach O. zunehmen, und zwar hätten wir eine s t e t i g e Zunahme zu erwarten, wenn das Verhältnis nicht durch Graben- und Horstbildungen kompliziert würde. In Wirklichkeit tritt nämlich im östlichsten Teile des Gebietes der hochaufragende Häfelfinger Horst noch hinzu. Aus der Summierung beider Faktoren geht dann offenbar die besonders starke Aufstauung des Muschelkalks und der anstoßenden Ketten in diesem Gebiete hervor.

Nach W. zu dagegen summieren sich von der östlichen großen Querlinie ab die negativen Merkmale der Grabensenkungen und der im Streichen zurücktretenden Tafel. Und so beginnt ein immer stärkeres Vorgehen der nördlichen Ketten, besonders der Muschelkalküberschiebung, während die südlichen ihre anfängliche NO.—SW.-Richtung beibehalten. Daher öffnet sich nach W. zwischen beiden ein immer weiterer Raum und führt eine Ab-

[1] Celliers, p. 25.

nahme der Faltensteilheit und die Bildung breiterer Malm- (und Tertiär-)Mulden herbei.

Diese allmähliche Stauungszunahme von W. nach O. läßt sich auch rechnerisch ermitteln und kommt dann sehr klar zum Ausdruck. Denn wir können ja aus den vorliegenden Querprofilen des Kettengebietes mit einer gewissen Annäherung den Betrag des Zusammenschubes abmessen und berechnen. Ich habe das getan, indem ich aus den Profilen von Celliers, de Villiers und Mandy die geeigneten auswählte und mit dem Zirkel eine bestimmte Strecke einer bestimmten Schicht, am besten des Hauptrogensteins, in die ungestörte Lage wieder auseinanderlegte, die sie vor der Faltung eingenommen haben muß. Vergleichen wir die erzielte Strecke mit der kürzeren, direkten Entfernung der gleichen Punkte im heutigen Profil, so ergibt uns die Differenz den Betrag des Zusammenschubes. Indem wir diesen in die Gesamtlänge dividieren, können wir ihn auch prozentual ausdrücken, wobei dann die Prozentzahl das Verhältnis zur ursprünglichen Strecke, die gleich 100 angenommen wird, gibt.

Große Fehler sind ja natürlich aus diesem Verfahren nicht auszuschließen; sie liegen hauptsächlich in dem hypothetischen Charakter der Profile. Da die gleichen Fehler aber überall mit der gleichen Wirkung wiederkehren, so ist doch wenigstens für die r e l a t i v e n Zusammenschübe eine ausreichende Genauigkeit zu erzielen. Ich habe nach dieser Methode folgende Werte erhalten:

Bennwil—Langenbruck	8 %
Niederdorf—Langenbruck	12 „
Bennwil—Asprain	17 „
Eptingen—Drahtzieher	25 „
Eptingen—Höchweidli	20 „
Eptingen—Homberg	22 „
Läufelfingen—Homberg	27 „
Läufelfingen—Trimbach	17 „

Diese Querlinien folgen sich in der Richtung von W. nach O., und die Zunahme der Stauung zeigt sich in dieser Richtung ziemlich konstant an dem Aufsteigen von 8 bis 27 %. Immerhin entspricht ein gewisses Sinken der Zahlen in der östlichsten Partie (17 %) nicht unseren Erwartungen; denn gerade dem Häfelfinger Horst gegenüber hatten wir besonders hohe Anstauungszahlen erwartet. Zum Teil rührt diese Unregelmäßigkeit wohl daher, daß in diese Profile sehr weit nach S. gelegene Teile der Ketten, die also der Stauung

schon mehr oder weniger entrückt waren, mit aufgenommen sind. Außerdem aber scheint in dieser Partie der Zusammenschub hauptsächlich in der Muschelkalkzone ausgelöst worden zu sein. Die vorstehenden Zahlen aber waren nur auf Grund der erst hinter dem Muschelkalk beginnenden Ketten gewonnen worden. Nehmen wir die Muschelkalkschuppen in die Berechnung mit auf, so kommen wir allerdings auf ganz unsicheren Boden. Da wir aber hier die Zusammenschuppung mit ihrem minimalen Betrage angenommen haben, so können die erhaltenen Zahlen in der östlichen Partie nur erheblich zu klein, keinenfalls zu groß sein.

Die Zahlenreihe wird durch Kombination beider Beträge gleichmäßiger; die Reihenfolge ist die gleiche wie oben:

10 %
12 „
15,5 „
32,5 „
30 „
32 „
33,5 „
25 „

Zwischen dem dritten und vierten Profil klafft die ungewöhnlich hohe Differenz von 17 %; hier aber geht der größte Querbruch des Gebietes, der Spaltenzug Grütsch—Diegten—Gustweid—Asprain hindurch. Offenbar keine zufällige Übereinstimmung! Vielmehr zeigt sich hierdurch am deutlichsten die Wirkung alter Querrisse im jungen Faltengebirge: Die zu beiden Seiten liegenden Gebirgsteile besitzen keinen Zusammenhang, keinen gegenseitigen Einfluß mehr, reagieren vielmehr durchaus verschieden auf die faltenden Kräfte und werden vollkommen unabhängig voneinander bewegt und tektonisch umgestaltet. Zugleich zeigt sich, daß die horizontalen Versetzungen an diesem Bruch sehr beträchtlich gewesen sein müssen[1].

[1] Man könnte vielleicht glauben, daß die große Verschiedenheit der Zusammenschubszahlen im Profil 3 und 4 daher rühre, daß die bezüglichen Messungen z. T. in ganz verschiedenen Schichten (Hauptrogenstein des Schellenbergs bezw. Liaskeuper von Niederbölchen) vorgenommen seien und also zum Vergleichen ungeeignet seien. Dieser mögliche Einwand ist jedoch hinfällig. Die große Abweichung kommt ganz überwiegend aus den südlichsten und nördlichsten Ketten, wo beiderseits in den gleichen Horizonten (Muschelkalk und mittlerer und oberer Jura) gemessen wurde.

Soviel zunächst über die tektonische Beeinflussung des Faltenwurfs im Kettenjura durch die Struktur der älteren Tafel.

Da die große Mehrzahl der Störungen im heutigen Tafeljura als alttertiär bestimmt wurden, so scheint sich eine Einwirkung der jungtertiären Kettenbewegungen in umgekehrter Richtung auf den heutigen Tafeljura auf — in unserem Gebiete wenigstens — ganz vereinzelte Fälle zu beschränken.

Als einziger erheblicherer jungtertiärer Tafelbruch wurde derjenige namhaft gemacht, der bei Mitteldiegten die Juranagelfluh des rechten Ufers in ein etwa 40 m tieferes Niveau versetzt hat, als auf der linken Talseite.

Zugleich wurde nachgewiesen, daß der Bruch keineswegs in seiner ganzen Ausdehnung im jüngeren Tertiär entstanden sei, sondern daß es sich um eine in dieser Zeit erfolgte geringfügige Vertiefung einer viel bedeutenderen älteren Störung handelt.

Das ist aber dieselbe Erscheinung wie im Kettenjura, weshalb wir nicht fehl gehen, wenn wir den jüngeren Betrag dieser Absenkung einem leichten Hinübergreifen der Faltenbewegung auf das Tafelgebiet zuschreiben. Dies ist äußerst wahrscheinlich, weil die Diegtener jungtertiäre Verwerfung ja nur ein kleiner Ausschnitt aus der längsten und stärksten Spalte Thürnen—Asprain ist.

Ursache dieser nachträglichen Einsenkung gerade an dieser Stelle ist vielleicht die geringere Widerstandsfähigkeit gewesen, die die Diegtener Grabenbruchzone wie verschiedentlich beobachtet, im Vergleich zu dem westlichen Horst den andrängenden Falten entgegengesetzt hat. Die Buckten—Diegten—Bennwiler-Tafeljurasynklinale hat eben hier innerhalb des Grabens lokal eine etwas stärkere Einbiegung des Nordschenkels erfahren, als in dem westlich anstoßenden Horst, in welchem gerade der südliche Schenkel tiefer niedergedrückt erscheint. Vielleicht läßt sich diese Abweichung auf der Karte als eine kleine Seitenverschiebung der Muldenachse zur Darstellung bringen.

Auf eine wichtige Tatsache bleibt noch hinzuweisen, die uns über die Stellung, das Einfallen und die Tiefe unserer Brüche einen Aufschluß gibt.

Im Tafeljura ist bekanntlich durch v. Huene, A. Buxtorf und untergeordnet auch auf meinem Kartengebiete gezeigt worden, daß die Verwerfungsspalten, soweit sie überhaupt genau zu verfolgen waren, alle nach dem tieferen Flügel einfielen, daß

insbesondere dadurch die schmalen Gräben eine rasche keilförmige Zuschärfung nach unten hin erfahren. Z. T. war diese Tatsache direkt mit dem Klinometer zu messen, z. T. indirekt aus dem Verlaufe zu erschließen, den die Schnittlinie der Verwerfungsfläche mit der Oberfläche in unregelmäßig erodiertem Gelände einschlug.

Dies Verhalten erfordert ein allmähliches Aufhören der Gräben und wohl der Brüche überhaupt nach unten hin und stellt sich damit in Einklang mit der Buxtorf'schen Abscheerungstheorie im Kettenjura, die ja ebenfalls den Sitz der tektonischen Vorgänge ganz und gar in die obersten Schichten der Erdkruste verlegt.

Unmittelbar zugänglich sind die vermuteten unteren Endigungen der Brüche im südlichen Tafeljura nicht, da nirgends unter den Dogger hinab erodiert ist.

Im Kettenjura dagegen haben wir ja die Brüche der Tafel wieder, außerdem die betroffenen Schichten durch die Faltung hoch emporgehoben und durch die stärkere Erosion tief hinab entblößt. Hier also können wir von direkten Beobachtungen eine Ergänzung unserer Anschauung erwarten, und sehen wirklich, was wir erwarten mußten:

In je tiefere stratigraphische Niveaus die Verwerfung hinabsteigt, desto geringer wird ihre Sprunghöhe und Länge.

Im oberen Dogger und Malm haben wir deutliche, tief und weit ausgreifende Spalten (Krähegg, Asprain—Gustweid), im Lias und Keuper (südliches Eptinger Bruchfeld) nur kurze und geringfügige Stückchen; dem Muschelkalkzug fehlen Querbrüche vollständig.

Den Muschelkalkzug über springen die beiden großen Querbruchsysteme ebenso latent, wie sie am Südrande des Tafeljuras unter der Miocändecke hindurchgingen. Von irgendwelchem Abreißen und senkrechten oder seitlichen Verschiebungen, wie sie in den höheren Juraschollen im N. und S. so deutlich sind, ist bei dem Muschelkalkbande und seinen Schuppen keine Rede.

Ob auch der eigenartig zackige Verlauf des Gustweid—Asprainzuges als Folge des früheren schiefen Einfallens nach O. (dem tieferen Flügel) aufgefaßt werden kann, erscheint mir fraglich. Immerhin ist es auffallend, daß die Verwerfungsstücke desto weiter nach O. von der NS.-Richtung abweichen, durch je tiefere Schichten sie hindurchsetzen. Man beachte z. B. die nördliche und südliche Hälfte der gebrochenen Asprainverwerfung im Keuper

bezw. Dogger oder die östliche Differenz der Gustweidverwerfung im Keuper gegenüber dem Bruche zwischen Dürstelberg und Bölchenfluh im Hauptrogenstein. Aber es ist doch wohl denkbar, daß die Übereinstimmung eine bloß zufällige ist und diese Unregelmäßigkeiten erst durch die Faltungsvorgänge hineingebracht worden sind.

Zusammenfassung.

Durch die eigenartigen Richtungs- und Altersbeziehungen von Brüchen und Falten im Basler Jura sind wir in der nicht allzuhäufigen Lage, den schon gestörten Zustand eines Faltengebirges v o r der Faltung mit einer gewissen Genauigkeit zu rekonstruieren; es ist uns ferner möglich gewesen durch Vergleich jenes Zustandes mit dem heutigen und durch Überführung des ersten in den zweiten einen tieferen Einblick in manche Details und Zusammenhänge der gebirgsbildenden Vorgänge zu gewinnen. Aus diesem Grunde glaubte ich, mehrere Einzelheiten etwas ausführlicher behandeln zu dürfen, als der Übersichtlichkeit des Ganzen dienlich sein konnte.

Eine kurze Zusammenfassung der speziellen und allgemeinen Ergebnisse wird daher angebracht sein[1].

Tafel- und Kettenjura stoßen an einer ostwestlichen Grenze zusammen. Der Tafeljura zerfällt in die festen Horste von Häfelfingen und Diegten und die stark zerstückelten Gräben von Diegten und Hölstein, die alle mit nordsüdlichem Streichen an die Ketten fast senkrecht anstoßen.

Die Tafelbrüche besitzen oligocänes Alter, die Ketten wurden erst in der jüngeren Tertiärzeit aufgefaltet, fanden also ein bereits in Schollen zerlegtes Gebiet vor und wurden durch dessen Bau in der nachhaltigsten Weise beeinflußt.

Und zwar äußerte die sehr hoch liegende und bruchlose, fest gebaute Tafel von Häfelfingen (I) ihre Wirkungen:

a) auf die hochaufgebogene, ebenfalls bruchlose Platte von Läufelfingen,

b) auf die hoch emporgetürmten, in zahlreiche Schuppen zerlegten Muschelkalkmassen von Walten und Wiesenberg und

c) auf das querbruchlose Kettengebiet im S. derselben, in welchem die hohe Lage an dem Zutagetreten von Muschelkalk zu erkennen ist.

[1] Hierzu die schematische Bewegungsskizze (Fig. 2) p. 202.

Die tieferliegende Bruchzone zwischen Känerkinden und Diegten (II) finden wir wieder

a) im N. von Eptingen in dem stark verworfenen und nach N. etwas vorgeschobenen nördlichen Eptinger Bruchfeld,

b) in dem wesentlich schmäleren und schwächer geschuppten Muschelkalk von Eptingen,

c) in dem Lias-Keuper-Bruchfeld im S. von Eptingen und

d) in den vorgeschobenen Ketten vom Drahtzieher bis zur Bölchenfluh.

Die Ostgrenze dieser zweiten Querzone ist von Wittinsburg bis in den S. von Klein-Dietisberg bestimmt als Verwerfung, dann vielleicht nur als ein Wechsel in der Faltungsintensität des Muschelkalkes und der Höhenlage der anschließenden Ketten bis in die Gegend von Fasiswald zu verfolgen.

Die Westgrenze bildet der große Querspaltenzug Thürnen—Altberg—Diegten—Oberburg—Habsen—Gustweid—Spahlen—Asprain.

Derselbe ist als präexistierende, steilstehende Trennungsfläche aufzufassen, deren beide Flanken sich bei der Faltung gar nicht beeinflußt, vielmehr mit voller Selbständigkeit bewegt haben.

Der Diegtener Horst (III) macht sich in der hohen und zurückgebliebenen Lage der Schollen im N. und der Ketten im S. des Froscheln—Witholz-Muschelkalkes geltend.

Der tiefe Hölsteiner Graben (IV) erscheint als Teilursache der flachen, tiefliegenden und vorgeschobenen Ketten und weit offenen Malm- und Tertiärmulden im S. des Dielenberges. Das weite Vordringen des Dielenberges selbst ist an das Auftreten weicher Keupermergel statt des harten Hauptrogensteins unter seinem Fuße geknüpft; dieser Wechsel fällt mit der den Hölsteiner Graben östlich abgrenzenden Verwerfung zusammen. Als Südfortsetzung dieser Verwerfung ist wahrscheinlich auch der Krähegg-Querbruch bei Langenbruck anzusehen.

Die Divergenz der Streichrichtungen von Tafel- und Kettenjura von O. nach W. in Verbindung mit dem Einfallen des Tafeljuras nach S. ist der Grund der abnehmenden Stauungsintensität in der Ostwestrichtung. Diese Abnahme äußert sich

a) in der Verringerung des Zusammenschubes von 33 auf 10 %,

b) in der Abnahme der Schuppenbildung,

c) in der abnehmenden Steilheit der Faltenschenkel und der Erbreiterung der Mulden und

d) in dem Auseinandertreten der Ketten in der Richtung von O. nach W.

Die durch A. Buxtorf begründete Anschauung von der oberflächlichen Natur der Störungen fand eine neue Stütze durch die Beobachtung, daß die Querbrüche in tieferen Juraschichten geringfügig werden und den Muschelkalk vollkommen überspringen.

Zur Theorie des Faltungsmechanismus wurden folgende Beobachtungen gemacht:

1. Alte Verwerfungen werden durch die junge Faltung als Trennungsflächen behandelt, deren beide Seiten keinen tektonischen Einfluß mehr aufeinander besitzen, sondern selbständig bewegt werden.

Hierbei kann

a) eine Störung des ursprünglichen Verlaufes,

b) eine Umkehrung des Sinnes der Verwerfung und

c) besonders die Umwandlung zu einer Blattverwerfung eintreten.

2. Alte Schollen werden als solche weiter behandelt und einzeln von den tektonischen Kräften ergriffen. Dabei findet durchweg eine Verstärkung der schon durch die Bruchbildung geschaffenen Unregelmäßigkeiten statt.

3. Alte Horste wirken stauend, indem sie

a) die Ketten hochheben,

b) die Ketten zurückhalten,

c) eine stärkere Zusammenschiebung (steilere Faltung, weitere Überschiebung, stärkere Schuppenbildung) hervorrufen.

4. Alte Gräben bewirken das Gegenteil. Insbesondere werden in sie die Ketten vorgeschoben.

Alle diese Erscheinungen stimmen mit den von G. Steinmann in seiner „Tektonischen Kartenskizze des oberen Rheintalgebietes und des Mittelschweizerischen Jura“ [1] beschriebenen sehr gut überein und stellen im kleinen ganz ähnliche Verhältnisse dar wie in diesem größeren Gebiete. Auch dort äußert der hochliegende Schwarzwald mit dem Tafeljura ganz ähnliche Stauungswirkungen, auch dort begünstigt ein tiefer Graben ein weites Vordringen der Faltungsketten, und ebenso fällt mit einer Verwerfung, der Südverlängerung des östlichen Dinkelbergbruches, ein Knick im Streichen von Ketten und Überschiebungszone zusammen.

[1] Ber. Freib. Naturf. Ges. **6**. 150. 1892.

Dieser Knick im Streichen der Muschelkalküberschiebung fällt gerade in mein Untersuchungsgebiet hinein: es ist die doppelte Umwendungsstelle im SO. und SW. von Eptingen, die oben ausführlich beschrieben und in ihrer Bedeutung gewürdigt wurde. Es wurde oben nämlich die Ansicht vertreten, daß dieser Knick mit den an diesen Stellen hindurchsetzenden Querbrüchen in kausaler Verbindung stünde. Durch den Vergleich mit der Steinmann'schen Skizze erhält diese Anschauung noch größere Wahrscheinlichkeit. Offenbar haben wir in den großen Brüchen Thürnen—Asprain und Wittinsburg—Dietisberg, vielleicht speziell in dem letzteren, die Südfortsetzung der Dinkelbergspalte zu sehen. Mit dieser steht er zwar nicht in direktem, linearem Zusammenhange, fällt aber in die gleiche allgemeine Richtung und stellt also jedenfalls eine Neuauslösung der gleichen Spannung dar.

Theoretische Anmerkungen.

Bis dahin war ich bemüht, mich so wenig, wie es die Natur des Stoffes gestattete, von den beobachteten Tatsachen zu entfernen. Einige theoretische Folgerungen, die sich an diese anknüpfen und z. T. zu ihrer weiteren Deutung und Klärung verwerten lassen, sollen im folgenden gesondert vorgebracht werden. Dabei möchte ich an verschiedene, zwanglos ausgewählte Begriffe anknüpfen.

Nicht mehr neu sind die Fragen nach Wesen und Entstehung jenes durch einige ganz eigenartige Züge ausgezeichneten Bruchsystems im Basler Tafeljura. Scheint auch ihre endgültige Beantwortung neben gewissen Fortschritten in unserem theoretischen Wissen vor allem noch die genaue Kenntnis auch des Dinkelberges und des gesamten Tafelstückes bis zur Rheintalflexur vorauszusetzen, so sollen doch schon einige Vermutungen ausgesprochen werden, die sich an die neuen Beobachtungen anschließen lassen.

Eingehende Berücksichtigung verlangen bei diesbezüglichen Erörterungen vor allem folgende wesentliche Eigenschaften dieses Verwerfungssystems.

1. Die ausgesprochen einheitliche Richtung der Spalten, ihre angenäherte Konvergenz auf den Ostrand des Dinkelberges.

2. Die bei bedeutender Länge z. T. überaus geringe Breite der Gräben.

3. Die durch neue Beobachtungen belegte keilförmige Zuschärfung der Gräben nach unten.

4. Der besonders durch v. Huene nachgewiesene Sattelbau vieler Grabenschollen.

5. Das verschiedene Alter der verschiedenen Brüche und

6. die Lage- und Zeitbeziehungen zum anstoßenden Kettenjura.

Die erste Frage nach der Ursache ist: Sind die Spalten eine Begleiterscheinung der Rheintalsenkung oder eine unmittelbare Folge der Jurafaltung? Die ist zugunsten des rheinischen Bruchsystems entschieden.

Denn sprechen schon die weitgehenden morphologischen Analogien der Jurabrüche zu den Rheintalspalten für eine gemeinsame Entstehung, so schließt erst recht das höhere Alter der Brüche eine Entstehung durch die jüngeren Kettenfalten aus. Und auch die Annahme, eine ältere Phase der Jurafaltung bilde den Ausgangspunkt der Tafelbrüche, scheint mir wenig wahrscheinlich, wenn wir die Richtung berücksichtigen, unter der beide Systeme zusammenstoßen.

Selbst wenn man die Möglichkeit zugeben will, daß nordsüdlich streichende Brüche durch eine ostwestlich streichende Faltung ausgelöst werden könnten, müssen wir wenigstens erwarten, daß die gegenseitige Richtung auf der ganzen Grenzzone die gleiche bleibe. Das ist aber keineswegs der Fall. Vielmehr durchläuft der Schnittwinkel beider Systeme vom östlichen Tafeljura (Häfelfingen) bis zur Rheintalflexur (Liestal—Blauen) alle Werte von fast 90° bis beinahe 0°.

Nun wird aber wenigstens für die westlichsten Tafelbrüche dadurch eine Abhängigkeit von der Kettenbildung wahrscheinlich gemacht, daß sie jünger als die östlichen und mit den Falten gleichalterig sind.

Wollten wir demnach die Brüche in ältere im O. und jüngere im W. einteilen und für beide eine zeitlich und kausal getrennte Entstehung annehmen, so bliebe die große Einheitlichkeit ihres ganzen Verlaufes und Charakters unerklärt und überraschend.

Daher wird man wohl auch für die über die Westgrenze meines engeren Untersuchungsgebietes hinaus liegenden jüngeren Spalten die gleiche Entstehung vorziehen, wie für die wenigen gleich jungen in meinem Bezirke: Verstärkung einer älteren reinen Verwerfungsstörung durch jüngere Bewegungen, die mit der Faltung in Verbindung stehen[1].

[1] Vergl. auch A. Buxtorf, Blatt Gelterkinden.

Die in Aussicht stehenden Spezialbearbeitungen jener Gebiete werden ja leider direkte Beobachtungen zur Kontrolle dieser Annahme nicht beibringen können; denn so viel ich weiß, fehlen dort ausreichende Tertiärbildungen des kritischen Alters.

Eine starke Stütze für diese Anschauung scheint mir weiter in folgender Überlegung zu liegen: je verschiedener in ihrer gegenseitigen Richtung Brüche und Falten sind, desto geringer werden die Beeinflussungen aufeinander sein können, je mehr aber die alten Brüche in das Richtungssystem der jüngeren Falten fallen, desto günstiger liegen die Bedingungen zu einer erheblichen Weiterbildung der schon bestehenden durch neu hinzukommende Störungen, so daß im O., wo beide fast senkrecht zueinander stehen, nur ganz sporadisch junge Vertiefungen im Tafelbruchsystem auftreten, im W. dagegen das Bild immer mehr sich zu der Vortäuschung eines ganz jungen Bruchsystems umgestaltet.

Über die Bewegungen bei ihrer Entstehung und die bewegenden Kräfte geben uns zwei Dinge einigen Anhalt: Die Konvergenz der Grabenbrüche nach unten, überhaupt das Einfallen aller Verwerfungen nach dem abgesunkenen Flügel und zweitens der antiklinale Bau der Grabenschollen.

Der erstere Umstand, der nunmehr als eine für dies Gebiet gesetzmäßige Erscheinung angesehen werden kann, spricht dafür, daß die Verwerfungen nicht infolge seitlicher Zusammendrückung, sondern infolge Zerrung entstanden sind. Das Einsinken von Schollenstücken von bestimmter Breite in ein tieferes, ursprünglich schmaleres Grabenniveau, setzt eine Entfernung der Grabenwände voneinander, also eine seitliche Dehnung der ganzen Tafel voraus. Da die Grabenbreite von oben nach unten rasch abnimmt, im südlichen Teile schon etwa im Niveau des Muschelkalkes gleich Null wird, muß also die verursachende Zerrung eine von oben nach unten kontinuierlich abnehmende, jedenfalls eine ganz oberflächliche Erscheinung gewesen sein[1].

[1] Das Bild, das wir aus den meisten Profilen dieser Gebiete von dem Wechsel breitsockelig stehen gebliebener Horste mit vom Untergrunde gelösten, schmalschneidig eingesunkenen, stark durcheinander geworfenen Grabenkeilen gewinnen, läßt in einem anderen Sinne an die Ausdrücke „wurzelnd“ und „schwimmend“ denken. Vielleicht können wir umgekehrt an anderen Punkten zuweilen diese Erfahrung verwerten und schließen, daß bei einem ähnlichen Wechsel die relativ ruhig gebliebenen Schollen die wurzelnden, die stark verlagerten dagegen die passiv bewegten, die schwimmenden sind.

Außerdem ist demnach sicher, daß wir unter keinen Umständen den Ausgangspunkt dieser Zugspannungen in der Tiefe suchen dürfen, nach der hin ja die Spalten keine Fortsetzung besitzen, sondern daß sie von den Seiten der Tafelscholle herstammen müssen. Jedenfalls müssen wir die Erklärung der ganzen Vorgänge in einer Verbindung mit der nahen Rheintalsenkung und ihren Begleitbewegungen suchen.

Speziell werden sich mit der Herausbildung der Dinkelbergrandspalten und der treppenförmigen Absenkung dieser Scholle und des Oberrheingrabens auch die Diagonalrisse innerhalb von Dinkelberg und Tafeljura geöffnet haben.

Vielleicht können wir die Zerrung, welche diese verursacht hat, direkt mit der Vergrößerung in Verbindung bringen, die ja die gesamte Tafeloberfläche durch die Zerlegung in drei große Schollen und durch die Flexurbewegungen auf ihren Grenzen erfahren mußte. Und vielleicht dürfen wir uns diesen Hergang so vorstellen, daß von den großen, primären Senkungsbewegungen aus auf die obersten Schichten der angrenzenden Schollen sekundäre Lateralzerrungen übergegriffen hätten. Auch die Richtungen der Spalten im Tafeljura, ihre fächerförmige Umwendung aus der NS.-Richtung in ein NO.—SW. verlaufendes Streichen würde dadurch einigermaßen verständlich. Denn Spalten, die durch horizontale Zugspannung sich öffnen, müssen ja wohl senkrecht zur Richtung dieser Spannung streichen. Die Richtungen der stärksten Zugspannungen in unserem Gebiete mußten aber gleich sein der Richtung des stärksten „tektonischen Gefälles", wenn ich mich so ausdrücken darf. Ich meine damit die Linien, die über die Staffelbrüche von Säckingen—Dinkelberg—Rheinebene hinweg am raschesten in die Tiefe verlaufen. Dies tektonische Gefälle aber mußte im östlichen Teile der Dinkelberg-Tafeljurascholle ostwestlich gerichtet sein, im W. dagegen immer mehr nach NW. hinüberschwenken, entsprechend der raschen Vertiefung, welche die Rheintalsenkung vom Blauen—Bürgerwaldgebiet her nach N. zu erfährt[1]. Und immer senkrecht stehend auf dieser umdrehenden Gefällsrichtung würden sich dann auch die Tafelspalten aus der NS.-Richtung der östlichen Hälfte in die NO.—SW.-Richtung des Westens umgestellt haben.

[1] Vergl. das Profil 4 von A. Buxtorf, Zur Tektonik des Kettenjura. Ber. XL. Vers. Oberrh. geol. Ver. 1907.

Wie weit wir überhaupt die Entstehung von Gräben infolge senkrecht darauf wirkender Zugspannungen für möglich halten können und wie weit demgemäß die eben geäußerten Vorstellungen mechanisch denkbar sind, weiß ich nicht.

Ein anderer Weg, uns solche oberflächlichen Seitenzüge zu erklären, ginge über die Annahme einer G e w ö l b e bildung. In jedem Gewölbe, das aus mehreren Lagen besteht, müssen ja bekanntlich die verschiedenen Lagen eine desto stärkere Zugspannung erleiden, je näher sie unter der konvexen Oberfläche des Gewölbes liegen. Diese kontinuierliche Zunahme der Zerrungsbeträge von einer passiven Zone aus ist aber gerade das, was wir im Tafeljura vom Muschelkalk (Anhydritgruppe) aus aufwärts nach dem Dogger und Malm hin beobachten. Wir könnten also fragen, ob nicht die nordsüdlich gerichteten Spalten Folge- und Begleiterscheinungen eines flachen, nordsüdlich streichenden Sattels wären. Denkbar wäre eine derartige flache Auffaltung der zwischen Schwarzwald und Rheinebene eingeschalteten Scholle durchaus; aber ist sie auch in Wirklichkeit vorhanden? Wenn die Auffassung richtig ist, daß im Tafeljura nur die Gräben tektonisch verlagert seien, daß uns dagegen die Horststücke die durch jene nur oberflächlich auseinandergeschnittenen, in der Tiefe aber zusammenhängenden Teile der alten, ungestörten Tafel darstellen, dann können wir verhältnismäßig leicht zu einer Rekonstruktion jener alten Tafel gelangen.

Wir brauchen uns nämlich nur die heutigen Gräben wieder ins Niveau der Horste zurückgehoben und diese dadurch in den alten Zusammenhang gebracht zu denken, um ein Bild zu erhalten, das dem früheren Zustande mindestens sehr ähnlich sein muß.

Ich habe das getan, und zwar mit Hilfe einer sogen. Lagerungsskizze. Im Gegensatz zu dem hierbei gewöhnlichen Verfahren bin ich jedoch bei der Konstruktion derselben nur von den Horsten ausgegangen; die Gräben habe ich sorgfältig ausgeschaltet.

Dies Verfahren habe ich auf die Blätter Liestal und Gelterkinden von v. Huene und Buxtorf und auf meine eigenen daranstoßenden Aufnahmen angewandt, und zwar habe ich die Grenzfläche Hauptrogenstein—*Blagdeni*-Schichten der Berechnung zugrunde gelegt und ihre Gestalt durch Einzeichnung von Höhenlinien darzustellen gesucht. Dabei ergaben sich folgende beiden Resultate:

Erstens einmal fügen sich die verschiedenen Horststücke auffallend ungezwungen und gleichmäßig einer kontinuierlichen Fläche ein. Das ist wohl der beste Beweis dafür, daß die Horste wirklich die wurzelnden Reste der früheren Tafel und die Gräben die verlagerten Teile sind; das gleiche Verfahren auf die Grabenschollen angewandt, würde ein ungemein unruhiges, regelloses Bild ergeben.

Zweitens hat diese Gesamtfläche der Horststreifen die Gestalt eines einheitlichen, flachen NNO.—SSW. streichenden Sattels. Von dem allgemeinen und ganz gleichmäßigen Einfallen der ganzen Tafel nach Süden müssen wir dabei von vornherein absehen. Tun wir das, so erhalten wir eine Sattelachse, die von der Gegend von Rickenbach (oberer Kienberg) bei Sissach hinabzieht über Diepflingen in die Gegend von Känerkinden—Diegten. In dieser Zone erreichen die Schichten ihre größte Höhenlage im Gebiet (700 bis 600—500 m). Nach O. sinken sie sehr allmählich ab und die 100 m tiefere Isohypse liegt erst 6 km weiter östlich in der Gegend von Rothenfluh—Oltingen (600—500 m). Viel schärfer dagegen ist das Einfallen des westlichen Sattelschenkels. Nur 8 km westlich der Sattelachse bei Liestal liegt bereits die 400 m-Höhenlinie, es hat also ein Einsinken von 400 auf 8000 m, d. i. 5 %, stattgefunden. Die 500 und 600 m-Linien gehen ziemlich gleichmäßig zwischen Kienberg und Liestal nordsüdlich hindurch. Noch weiter westlich fehlt die Kartierung. Aber das allgemeine Vorherrschen des höheren Malms über den Dogger im westlichen Tafeljura scheint eine Fortsetzung der gleichen Abbiegung nach W. hin anzudeuten.

Dieser Sattel ist aber nun ganz das, was ich vorhin theoretisch verlangen mußte. Und wir können uns vielleicht tatsächlich vorstellen, daß durch die Zerrung der höheren Schichten bei seiner Aufwölbung unsere Grabensenkungen entstanden seien. In der tief gelegenen Muschelkalktafel wären nur einfache Spalten aufgerissen, nach oben hin aber hätte sich jede solche Spalte verdoppelt und das entstandene divergierende Teilspaltenpaar hätte dann eine keilförmige Grabenscholle zwischen sich einsinken lassen und dadurch den Zerrungsbetrag wieder ausgeglichen.

Aber auch wenn wir diese Erklärung nicht annehmen wollen, so durfte doch auf die eigentümliche Gestalt der alten Tafel und ihre Persistenz in den heutigen Horststreifen einmal hingewiesen werden.

In schroffem Widerspruche zu der Auffassung von der Entstehung der Juragräben durch Zug steht die Erscheinung des antiklinalen Baues der Grabenschollen, wie er vor allem im westlicheren Teile (Blatt Liestal) durch v. Huene so deutlich und fast regelmäßig wahrgenommen wurde.

Bedeutet die keilförmige Zuschärfung der Gräben nach unten eine Erweiterung der Tafel bei ihrer Entstehung, so stellt umgekehrt die leichte Sattelfaltung zahlreicher Gräben eine Reaktion auf seitliche Kompression, also Verkleinerung der Basalebene dar. Eine gleichzeitige Entstehung beider entgegengesetzter Phänomene aus gleichen Ursachen scheint somit ausgeschlossen. Eine von beiden Erscheinungen muß als sekundär angesehen werden[1].

Nun konnte ich aber im Kettenjura nachweisen, daß die keilförmige Zuschärfung der Gräben schon vor der Faltung der Ketten bestand. Ferner fügt sich diese Anschauung von der Auskeilung der Gräben nach unten dem durch Buxtorf's Abscheerungstheorie gezeichneten Bilde einer primären Verschwächung und Ausheilung aller Störungen nach der Tiefe zu ganz vorzüglich ein. Es bleibt also kaum eine andere Möglichkeit, als den Sattelbau der Gräben für die sekundäre von beiden Erscheinungen anzusehen.

Die nächstliegende Annahme ist dann, daß derselbe im Anschluß an die Auffaltung der südlichen Ketten aus einfach flach gebauten Grabenschollen entstanden sei. Und diese Annahme hat sehr viele Gründe für sich.

Erstens ist ganz allgemein eine nachträgliche Beeinflussung der Tafelschollen durch die Faltung im Süden nachgewiesen. Ferner muß ja der Druck, den die andrängenden Falten auf die vorgelagerte Tafel ausübt, gerade das Gegenteil einer Zerrung, eben die geforderte Kompression der Tafelschollen herbeigeführt haben, und drittens ist klar, daß der Faltungsdruck die Grabenschollen der Tafel um so stärker zusammendrücken und auffalten mußte, je mehr er sie von der Breitseite, d. h. senkrecht zum Streichen zu fassen bekam. Die Auffaltung der Gräben muß also um so kräftiger werden, je mehr Falten und Brüche in eine ähnliche Streichrichtung fallen, sie muß also von O. nach W. fortschreitend an Stärke und

[1] A. Buxtorf läßt (Gelterkinden p. 101) die Frage, ob nicht vielleicht die Auskeilung der Gräben nach unten zugleich mit dem antiklinalen Baue als sekundär zu betrachten sei, noch offen.

Häufigkeit zunehmen. Und das ist nach allem, was wir wissen, der Fall. Am deutlichsten spricht in dieser Beziehung ein Vergleich der Buxtorf'schen und v. Huene'schen Profile.

Ich stelle mir also vor, daß die zwischen die „festwurzelnden" Horste „schwimmend" eingeklemmten Gräben, von den Horsten wie von den beiden Backen einer Zange erfaßt und zusammengedrückt wurden. Die Auslösung dieses Druckes konnte nur durch ein Ausweichen des medianen Teiles nach oben hin vor sich gehen.

Hierin ist vielleicht eine Erklärung für eine eigentümliche Erscheinung zu suchen, auf die oben schon kurz hingewiesen wurde, daß nämlich im südlichsten Tafeljura, am Kettenrande, die großen Erosionstäler in einer eigentümlichen Beziehung zur Tektonik des jurassischen Untergrundes stehen, der dort zur Zeit ihrer Entstehung nachweislich durch jüngere Bildungen (Nagelfluh) völlig verdeckt war, und zwar daß die nach N. gerichteten primären Täler durchweg im Horste der Juratafel eingeschnitten sind (Bucktener, Diegtener und mittleres Hölsteiner Tal).

Wenn nämlich, so meine ich, in jungtertiärer Zeit die Gräben der Juratafel eine leichte Aufpressung zwischen den ungestört bleibenden Horsten erfuhren, so mußte diese Bewegung das inzwischen darüber abgelagerte Miocän mitheben, mußte also in demselben ein, wenn auch ganz flaches System von N.—S. streichenden Wellen anordnen. Die Wellenberge lagen über den Gräben, die Wellentäler über den Horsten. Und wenn auch die entstehenden Niveauunterschiede an der Oberfläche so gering waren, daß sie uns heute gar nicht zur Beobachtung kommen, reichten sie doch hin, um den Niederschlägen des trocken werdenden Landes ihren Weg zu weisen.

Ich stelle mir also, um es kurz zusammenzufassen, die Reihenfolge der Gebirgsbewegungen im Basler T a f e l jura etwa so vor.

In der Oligocänzeit entstand infolge der Rheintal- und Dinkelbergsenkung ein regelmäßiges System vom nordöstlichen Dinkelberg ausstrahlender Gräben. Diese gingen als einfache Spalten von der Muschelkalkzone aus und zerteilten sich keilförmig nach oben. Die Horste zwischen ihnen blieben als Reste der ungestörten Tafel stehen. Die Ursache der Verwerfungsbewegungen ist vielleicht in sekundären seitlichen Zugspannungen, die von den Hauptsenkungen ausgingen, zu suchen, vielleicht auch in der Entstehung eines flachen NS.-Gewölbes, dessen ehemalige Form durch Ver-

bindung der Horststücke noch heute zu ermitteln ist. Nach der Miocänzeit machten sich auf den so zerstückelten Tafeljura die Faltungskräfte des Kettenjuras geltend. Z. T. nahmen sie das ältere Schollenland vollkommen in ihre junge Faltung auf, z. T. gestalteten sie dasselbe nur mehr oder weniger stark um. Diese Umgestaltung bestand erstens in einer Erneuerung der älteren Störungen, zweitens insbesondere in einer Antiklinalfaltung der früher flach gelagerten Grabenschollen. Beide Sekundärstörungen nahmen von O. nach W. an Häufigkeit und Stärke zu, entsprechend der wachsenden Übereinstimmung der Streichrichtungen von Brüchen und Ketten. Von diesen jüngeren Störungen wurden die inzwischen abgelagerten Miocänschichten noch mit ergriffen; hieraus ergaben sich Einwirkungen auf die Talbildung.

Völlig unberücksichtigt blieben in allen vorausgegangenen Betrachtungen die streichenden Verwerfungen des Kettenjuras. Ihre Lage parallel zum Rande des Tafeljuras schließt in diesem Gebiete eine unmittelbare Verlängerung und Herleitung von noch vorhandenen älteren Brüchen aus, und so boten Versuche einer mechanischen Abwicklung dieser tektonischen Gebilde keine Aussicht auf Erfolg. In zwei Fällen allerdings, in den beiden Eptinger Bruchfeldern nämlich, schien durch die verschiedenen schief laufenden Brüche und die nahe örtliche Verbindung mit echten Querbrüchen ein Übergang zu eigentlichen, wenn auch untergeordneten Längsbrüchen möglich. Es bleiben aber noch eine ganze Reihe echter Längsbrüche und gerade die bedeutendsten übrig; und diese sind überdies seit lange Gegenstand lebhafter Meinungsverschiedenheiten gewesen. Von der einen Seite wurden sie als echte Verwerfungen, und zwar als während oder im Anschluß an die Faltung entstandene aufgefaßt, von anderer Seite Gründe für ihre Schuppen- bezw. Überschiebungsnatur geltend gemacht.

Nun haben wir aber im Tafeljura noch heute hier und da O.—W. gerichtete Brüche und sind vielleicht berechtigt, in dem späteren Kettengebiete noch weit mehr und größere gleichartige vorauszusetzen. Nehmen wir nun einmal an, die großen Längsbrüche des Kettenjuras (Steinenberg—Schattenberg, Geißfluh—Lauchfluh, Fasiswald und andere) hätten vor der Ausbildung eigentlicher Ketten schon als echte Verwerfungen in dem heute erhaltenen Bewegungssinne bestanden, müßten wir dann nicht erwarten, daß sie durch die einsetzende Faltung nachträglich zu

eben den Gebilden umgestaltet wurden, die wir heute als schiefallende Längsbrüche oder als Schuppen oder Überschiebungen durch den Kettenjura hindurchsetzen sehen.

Betrachten wir z. B. die Profile, die Celliers von den Verhältnissen am Schellenberg (Lauchfluh—Geißfluh) (Profil 2 und 4) zeichnet, so kann ich mich des Eindrucks nicht erwehren, daß die schief nach S. fallende Störung — nennen wir sie nun Verwerfung oder Überschiebung — das erste sei und schon bestanden habe, bevor die Faltung die ganze Masse ergriff und weiter umgestaltete. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse an der Erlifluh bei Trimbach und an zahlreichen anderen Punkten des Faltengebietes. Ich glaube, daß wir diesen eigenartigen Erscheinungen tatsächlich am einfachsten gerecht werden, wenn wir sie nicht für bei oder nach der Faltung entstandene Störungen halten, sondern für Verwerfungen, die schon v o r d e r F a l t u n g vorhanden waren und durch dieselbe nur sekundäre Veränderungen erfuhren. Die auffallendste von diesen Veränderungen ist das regelmäßige schiefe Einfallen nach S. Ein solches aber müssen wir notwendig erwarten, wenn wir die oberflächliche Natur der Faltungs- und Vorschiebungsbewegungen berücksichtigen. Eine Zunahme der Bewegungsintensität von unten nach den höheren Schichtenteilen hinauf, wie sie für dieses Gebiet von A. Buxtorf betont worden ist, muß sich ja notwendig durch eine Schieflegung senkrechter Flächen äußern.

Eine gewisse Stütze erhält die Voraussetzung alter Längsbrüche im Kettenjura meines Erachtens dadurch, daß dieselben als parallele Staffelbrüche zu der „Mont Terrible-Flexur„ anzusehen wären, durch die schon Buxtorf[1] die Muschelkalküberschiebung erklärt. Und die Muschelkalküberschiebung selbst erscheint ja nach dem gleichen Verf. nur als die Schiefstellung und Umgestaltung eben dieser alten Störung, die als Flexur oder Bruch aufzufassen, uns überlassen wird.

Wir würden also dann diese seit lange bekannten und rätselhaften Gebilde weder als reine junge Brüche, noch als reine Überschiebungen aufzufassen haben, sondern vielmehr als a u s ä l t e r e n B r ü c h e n i n j ü n g e r e r Z e i t h e r v o r g e g a n g e n e S c h e i n ü b e r s c h i e b u n g e n.

---

[1] Ber. Oberrh. geol. Ver. XXX. 1907.

Mehr als den Wert einer Hypothese darf ich für diese Vermutung natürlich nicht in Anspruch nehmen. Es handelt sich dabei lediglich um eine Anschauungsform, für die zwingende Beweise bisher keineswegs beigebracht werden konnten.

Den Übergang zwischen Querbrüchen und streichenden Brüchen im Kettenjura würden uns solche darstellen, die unter schiefem Winkel durch die Richtung seiner Falten hindurchsetzten oder an dieselben heranträten.

Solche haben wir aber nachweislich.

Oben wurde schon die gegenseitige Richtung der Tafelbrüche und Ketten erörtert. Es wurde daran erinnert, daß der Winkel, unter welchem beide Streichrichtungen zusammenstoßen von O., wo er bei Läufelfingen fast 90° beträgt, nach W. zu rasch abnimmt und bei Seewen—Gempen—Äsch fast gleich Null wird: Die Blauen- und Flühenkette setzen die auf Blatt Liestal kartierten nordwestlichsten Verwerfungen scheinbar in gleicher Richtung nach W. fort. Es wurde ferner oben die Vermutung ausgesprochen, der Einfluß der Ketten auf die älteren Schollen der Tafel müßte desto intensiver werden, je mehr die beiderseitigen Streichrichtungen sich nähern, und je mehr also die Schollen dem Faltendrucke ihre Breitseite gewissermaßen darbieten. Endlich wurde soeben die Ansicht vertreten, daß derartig in die Längsrichtung der Ketten eingelagerte ältere Brüche den Ausgangspunkt für randliche Überschiebungen der angrenzenden Schollen, für scheinbare Schuppen, für scheinbar jüngere, schiefstehende Verwerfungen usw. abgeben könnten.

Übertragen wir nun diese drei Ergebnisse auf den Teil des Tafeljuras und angrenzenden Kettengebietes, der sich im Westen meines Untersuchungsbereiches bis zur Rheintalflexur ausdehnt, also auf die Gegend von Bretzwil und Seewen, so gelangen wir zu folgenden Überlegungen:

Die Faltenbewegungen mußten in dieser Gegend eine Anordnung älterer Schollen vorfinden, die ihren Bewegungstendenzen in hohem Maße entgegenkam. Hatten wir im O. am Hauenstein Horste, die sich der Faltungsbrandung senkrecht und starr entgegensetzten und sie dadurch erheblich in ihrer Entwicklung behinderten, so finden wir im W. ältere Schollen, deren Längserstreckung in die der jungen Ketten mehr oder weniger hineinfällt. Die Schollen erscheinen dadurch schon gewissermaßen zur

späteren Faltung vorbereitet. Und daraus mußte nun zweierlei hervorgehen:

Einmal mußten die Ketten in der tiefstgreifenden Weise durch die alten Brüche mitgestaltet werden, und zweitens mußte der Einfluß, den die Ketten umgekehrt auf die vorgelagerte Tafel gewannen, ein ganz außerordentlicher sein. Die Neigung zu weitgehenden Umgestaltungen der alten Verwerfungen in schieffallende Längsbrüche, in randliche oder größere Schollenüberschiebungen und sonstige Unregelmäßigkeiten, ferner die Spannungswirkungen auf die angrenzenden Schollenteile mußten ganz bedeutend werden.

Hieraus erkläre ich mir erstens die bedeutenden Anomalien in den betreffenden Teilen des Kettenjuras, zweitens die nachhaltigen Einwirkungen junger Störungen auf den westlichen Tafeljura (siehe oben) und drittens vor allem die ganz eigenartigen und höchst komplizierten Verhältnisse auf der Grenzzone beider Teile.

Denn hatten wir in meinem Gebiete eine ganz scharfe Grenze zwischen Tafel- und Kettenjura, so scheint hier die Trennung durch ein bedeutendes wechselweises Übergreifen der beiderseitigen Störungen mehr oder weniger verwischt zu werden. Zwischen Tafel und Ketten findet sich eine Zwischenzone, in welcher die Komplikationen ihren höchsten Grad zu erreichen scheinen. Ich erinnere nur an die Klippenbildungen (Gling Horni, Balsberg, Brand) in diesem Gebiet[1]. Ich bitte ferner die Mühlberg'schen Profile aus dem westlichen Jura, die zudem von ganz andern Voraussetzungen aus gezeichnet sind, einmal nach diesen Gesichtspunkten durchzusehen. Gewisse Züge in den Profilen III, X, IV, VII, VIII (Ecl. geol. Helv. III. p. 524) entsprechen in ganz frappanter Weise dem Bilde, das ich mir entstanden denke, wenn alte, verschieden hoch liegende Schollen von jungen Faltenbewegungen ergriffen werden. Müssen da nicht ganz ähnliche Überschiebungen ganzer Schollen aufeinander, oder nur Schiefstellungen und partielle Faltungen einzelner Schollen, neben anderem ungefalteten oder nur randliche Überschiebungen und Aufbiegungen auftreten, wie sie uns diese Profile zur Anschauung bringen?

[1] Außerdem erhalte ich den Eindruck besonders komplizierter Verhältnisse in diesem Bezirke aus den mündlichen Mitteilungen von Herrn Dr. P. Grosch, Freiburg, der seit längerer Zeit mit der Kartierung der Umgebung von Seewen beschäftigt ist.

Wenn wirklich diese Auffassung richtig ist — und ich kann keinen Augenblick daran zweifeln — so werden sich diese seit lange als besonders schwierig betrachteten Lagerungsverhältnisse dadurch lösen lassen, daß wir nicht, wie bisher eine Faltung, sondern zwei Störungsphasen annehmen, die in ihrem Charakter und zeitlich ganz verschieden sind:

Erstens eine oligocäne Bruchbildung und zweitens eine postmiocäne Faltung. Die Beantwortung dieser Frage wird die Spezialuntersuchung dieser Gebiete geben.

Anhangsweise an diese Erörterungen sei kurz ein kleiner Spezialfall geschildert, der sich vielleicht als Beweis für das Vorhandensein der soeben beschriebenen „überschobenen Verwerfungen" behandeln läßt.

Jedem Geologen, der die Gegend von Eptingen im Kettenjura kennt, ist die kleine Überschiebung bekannt, die am Ostende des Dorfes, an der Straße nach Läufelfingen so vorzüglich erschlossen ist, daß man tatsächlich „die Hand darauf legen" kann. Über einer schräg nach SO. geneigten Fläche, die als Dach einer kleinen Höhle erscheint, steht Hauptrogenstein an, darunter liegen Effinger Schichten. Diese zeigen die deutlichsten Spuren starker Pressung, erscheinen ganz und gar gewalzt und zerknittert. Die Grenzfläche selber ist schön geschrammt und mit Reibungsbreccie bedeckt[1]. DE VILLIERS zieht auf seiner Karte diese tektonische Grenze zwischen Dogger und darunter hervorkommendem Malm direkt in nordsüdlicher Richtung. Die Ostumbiegung in ihrem nördlichen Teile ist hypothetischer Ergänzung; Muschelkalkschutt verhüllt hier das Anstehende. Diese kleine Überschiebung im O. von Eptingen findet im ganzen übrigen Gebiete kein Gegenstück. Sie ist eine Besonderheit, die auch eine gesonderte Erklärung fordert.

Beim Betrachten der DE VILLIERS'schen Karte fiel mir zuerst auf, daß diese eigenartige Störung gerade in die große Querlinie fällt, die wir aus dem Tafeljura über Känerkinden—Hasenhügel durch den Obertlochgraben nach Fasiswald verfolgt haben und

[1] Das ganze Bild hat mich sehr lebhaft an die Überschiebung des Valangienkalkes der Säntisdecke auf den Flysch der Mürtschendecke im Seretobel bei Bellis am Walensee erinnert. Die Effinger Mergelschiefer zeigen hier unter dem harten Doggerkalk eine ganz ähnliche Quetschung und Mitschleppung, wie sie dort die gleichfalls weichen Flyschgesteine erfahren haben.

an welcher der Westflügel tiefer liegt als der östliche. Sollte da nicht ein innerer Zusammenhang bestehen? Müßten wir nicht erwarten, daß wenn die östliche, höhere der beiden NS.-Schollen von SO. her einen Schub erfährt, daß sie dann partiell auf die tiefere, westliche an der Verwerfung entlang hinaufgeschoben würde? Und ist es vielleicht dieser Vorgang, den wir in der Eptinger Überschiebung vor uns sehen?

Wie mir scheint, kommt dieser Anschauung eine ziemlich große Wahrscheinlichkeit zu.

Wir hätten dann die nordsüdlich verlaufende Überschiebungsfläche bei Eptingen aufzufassen als direkte Fortsetzung der Känerkinden—Hasenhügelverwerfung. Und ganz wie bei dieser läge Hauptrogenstein östlich neben Effinger Schichten. Die Lage von Hauptrogenstein auch über dem Malm wäre als sekundär zu deuten und wohl als eine Einschiebung des harten Rogensteinkalkklotzes in die leicht nachgebenden weichen Argovienmergel aufzufassen, welche unmittelbar daran stießen.

Ein letzter Begriff endlich, der noch einer kritischen Behandlung unterworfen werden soll, ist derjenige der Stauung. Der Vorstellung, daß der vorliegende Tafeljura und der unter ihm im Norden emportauchende kristalline Schwarzwaldkern den andringenden Ketten Widerstände von wechselnder Stärke entgegengesetzt hätten, liegt offenbar ein Bild zugrunde: Jene Gebirgsstücke werden dem hier steileren, dort flacheren Ufer eines Meeres verglichen, während die Ketten des Faltenjuras die Wogen darstellen, welche an diese Küste anbranden.

Tatsächlich läßt dieser Vergleich eine ziemlich ins einzelne gehende Verwendung zu. Denn wie wir sahen, drangen unsere Wellen, die Falten, in die flacheren Teile, des Ufers, die Gräben, bogenförmig weiter „landeinwärts" vor, als den Steilküsten, den Horsten gegenüber, an welchen sich die Brandungswogen hoch aufbäumten und -türmten und zu lauter kleinen Teilen, unsern Muschelkalkschuppen, zerschellten.

Ein wirkliches kausales Verständnis dieser offenbar vorhandenen Stauung scheint mir nur unter der Annahme der Buxtorf'schen Abscheerungstheorie möglich zu sein.

Denn suchen wir ohne diese Anschauungsform auszukommen, nehmen wir also ein Hinabreichen der Faltung in größere Tiefen, vor allem unter Hereinziehung des kristallinen Grundgebirges an,

so wird unverständlich, wie diese Gesteinsmassen, die mit aufgefaltet werden, andererseits sich der Faltung als selbständiges „Ufer“ hindernd gegenüberstellen sollen.

Es ist dann zwar wohl begreiflich, daß diese sehr harten und festen Silikatgesteine der Auffaltung im allgemeinen größere Schwierigkeiten bereiten, nicht aber, aus welchem Grunde letztere durch die verschiedene Höhenlage der verschiedenen Schollen so stark modifiziert werden sollen.

Viel eher werden wir dann mit der Abscheerungstheorie eine auf der ganzen Strecke gleichmäßige Ablösung der Sedimente von der kristallinen (und Bundsandstein-) Unterlage und eine selbständige Faltung und Vorwärtsbewegung derselben annehmen dürfen.

Gehen wir also von dieser Voraussetzung aus, so gelangen wir — und das betrachte ich ebenfalls als eine beweiskräftige Stütze derselben — über rein theoretische Konstruktionen hinweg zu demselben praktischen Endbild, das uns die reine Beobachtung in der Natur zeichnet.

Vergegenwärtigen wir uns nämlich zu diesem Zwecke einmal das Bild, das der Basler Jura zu Beginn der Faltenbildung darbieten mußte:

Eine vom Schwarzwald herab langsam nach S. einsinkende Tafel triassischer und jurassischer Sedimente ist durch zahlreiche Verwerfungen in eine Reihe schmaler nordsüdlich streichender Gräben und Horste zerlegt. Über dieses Schollenland hat sich eine tertiäre Schichtendecke in der Weise gelegt, daß sie eine ziemlich ebene Abrasionsfläche schuf und einerseits von S. nach N., andererseits von den Gräben nach den Horsten hin auf immer ältere bloßgelegte Schichten transgrediert. Je nachdem, ob wir schon zur Bildungszeit dieser Abrasionsfläche oder erst später eine erste Landschwelle im heutigen Kettenjura voraussetzen, wird die erodierte Oberfläche der Juraschollen eine ganz ebene oder aber im südlichen Teile eine unregelmäßige sein. Auf jeden Fall sind die mesozoischen Schichtpakete, die so zwischen das kristalline Fundament und das tertiäre Dach zu liegen kommen, desto dünner (infolge Entfernung der höheren Teile), auf je tektonisch höheren Schollenteilen sie liegen. Diese verschiedene tektonische Höhenlage ist hervorgerufen in erster Linie durch das alte Südfallen des Tafeljuras. Die hierdurch bewirkte keilförmige Verdickung der meso-

zoischen Tafel nach S. hin wird noch verstärkt durch das gleichartige Verhalten der Tertiärdecke in derselben Richtung; diese erreicht ja in der mittelschweizerischen Molasse ihre mächtigste Entwicklung.

Wird nun dieses eigenartig zusammengesetzte, südfallende Schichtenpaket von einem aus SO. von den Alpen herkommenden Faltungsschub betroffen, so wird derselbe erst in derjenigen Region durch die Bildung von Falten frei werden können, wo das Gewicht der auflastenden Massen gerade eben so gering wird, daß es der Vertikalkomponente des Südschubes nachgeben kann. Die Ansicht, daß durch die Abnahme der Belastung die Auffaltung des Kettenjuras im allgemeinen mitbedingt sei, wurde schon früher von anderer Seite geäußert[1].

Gehen wir nun in der Richtung des Druckes nach N. weiter, so wird die mesozoische Tafel immer dünner, und die Muschelkalktafel, die Trägerin des Spieles der Faltungskräfte, immer mehr entlastet. Hierdurch nimmt nach N. hin die Beweglichkeit aller Teile immer mehr zu, und der Faltentwurf beginnt schroffere, wildere Formen anzunehmen. Endlich kommen wir an eine Zone, wo die Sedimenttafel überhaupt zu d ü n n und schwach wird, um den Schub weiter leiten zu können. Die Tafel hört auf, die Reibung der Unterlage zu überwinden und beginnt infolge der nachschiebenden Kräfte sich in einzelne Schollen aufzulösen, die unter den weiterwirkenden Schubkräften übereinander und hoch aufgeschoben werden: Die Muschelkalkschuppen.

Und in dem Maße nun, wie die geographische Höhenlage durch die Faltung zunimmt, setzt auch die Erosion an diesen Punkten schärfer und rascher ein und hilft schnell das Maß der Belastung weiter zu verringern.

Die Erscheinungen, welche die Muschelkalkzone in ihrem Längsverlaufe aufweist, die rasche Abnahme der Schuppenbildung und das weitere Vordringen nach N. bei zunehmendem Abstand der NO.—SW.-Ketten von der O.—W. streichenden Tafel, stimmen sehr gut mit dieser Auffassung der Stauungsvorgänge überein.

---

[1] Dr. Fr. Mühlberg, Geol. Exc. im östl. Jura und im aargauischen Quartär. Livret-quide géol. dans le Jura et les Alpes de la Suisse. Lausanne 1894.

An ein tatsächliches, relatives Vordringen oder Zurückbleiben von Gesteinsmassen muß also hiernach keineswegs immer gedacht werden, sondern wie bei jeder Wellenbewegung hat eine örtliche Verschiebung nicht die Materie erfahren, sondern nur die physikalische Bedingung, welche die Materie befähigt, an verschiedenen Punkten die gleichen Formen anzunehmen.

Einer solchen Belastungsdifferenz möchte ich vor allem zuschreiben, daß dem tiefen Oberrheingraben gegenüber die Juraketten wie durch ein geöffnetes Tor weit nach N. vordringen, während sie zu beiden Seiten erheblich zurückgeblieben und die Falten zu Überschiebungen gesteigert worden sind. Das schwere, mächtige Schichtpaket, das zwischen den Rheintalspalten eingesunken erhalten geblieben war, konnte den Südschub unter Bildung „freier" Falten weit nach N. fortleiten, während die dünnen Decken auf den angrenzenden Horsten schon viel früher, d. h. weiter im S., zerbrechen, zerschellen und mit ihrem abgebrochenen Nordrand überschoben endigen mußten.

Auf diese Weise kommt hier das Bild einer Blattverwerfung durch den bezeichneten Belastungstypus zustande. Wie wenig dabei an beträchtliche horizontale Massenverschiebungen zu denken ist, und wie ausschließlich es sich um bloße Phasendifferenzen handeln kann, wird ja an diesem Beispiel besonders deutlich.

Wie weit die Wirkungen ungleicher Belastung auch zur Erklärung anderer schon beschriebener Erscheinungen heranzuziehen ist, ist wegen des gleichzeitigen Auftretens verschiedener Ursachen kaum sicher zu ermitteln. Immerhin würden verschiedene Fälle von Vorschiebungen und Zurückbleiben an Querbrüchen, wie sie oben an Schollen des Kettenjuras beschrieben wurden, auch z. T. als bloße Vor- und Rückverlegungen der Faltungsphase zu denken sein.

An zwei Stellen ist die Wahrscheinlichkeit dieser Erklärung groß: an der breiten und hohen Muschelkalkschuppungszone im O. von Eptingen bis weit über den Wiesenberg hinaus, und zweitens an der isolierten Sälibergfalte bei Olten. Beide Stücke liegen in der Südverlängerung des horstförmigen Säckinger Schwarzwaldvorsprungs und sind offenbar durch die schon seit lange erhöhte Lage des ganzen Stückes auch ihrerseits hochgehoben, tiefer erodiert und deshalb stärker aufgefaltet bezw. geschuppt worden.

Zu den verschiedenen Typen von blattförmigen Querstörungen im Faltenjura kommt hiernach noch ein weiterer hinzu, so daß wir im ganzen folgende vier Arten zu unterscheiden haben:

1. Junger Bruch, echte Blattverwerfung. Durch die Faltung entstandener Querriß mit anschließender Horizontalverschiebung. Wahrscheinlich einziges Beispiel: der kleine Bruch bei Engelsrüti westnordwestlich Läufelfingen.

2. Älterer Bruch, durch die jüngere Faltung neu aufgerissen und wie eine echte Blattverwerfung behandelt. Beide Flügel mehr oder weniger selbständig gefaltet und bewegt (seitlich und senkrecht, daher alle Arten des Bewegungssinnes möglich). Deutlichstes Beispiel: der große Quersprung Thürnen—Diegten—Gustweid—Asprain.

3. Älterer Bruch, durch die jüngere Faltung nicht neu aufgerissen; beide Flügel gemeinsam (unter Beibehaltung der alten Lagendifferenz) bewegt und gefaltet. Nebeneinander aufgewölbte Bruchschollen ergeben das Scheinbild eines querzerbrochenen Gewölbes.

Beispiel: Hasenhügelverwerfung bei Buckten, besonders der südliche Teil; Kräheggverwerfung bei Langenbruck.

4. Älterer Bruch, ohne verschiedene horizontale Massenbewegungen zu beiden Seiten. An ihre Stelle und dieselbe vortäuschend, tritt infolge ungleicher Belastung beider Flügel eine seitliche Phasenverschiebung der Faltung.

Beispiele: Das Vordringen des Rheintaler Kettenjuras zwischen den Rheintalspalten, das Zurückbleiben des Läufelfinger Muschelkalkes, das Zurückbleiben der Oltener Weißjuraantiklinale.

Die unter No. 3 und 4 beschriebenen mechanischen Möglichkeiten ausführlicher zu begründen, schien deshalb um so wünschenswerter, weil wir unter Umständen ohne sie nicht auskommen dürften.

Die Vorstellung einer Vorschiebung der Ketten in die Gräben der Tafel hat nämlich zwar auf den ersten Blick etwas Bestechendes; vergegenwärtigen wir uns aber die gesamte Lage, so erwächst eine bedeutende Schwierigkeit daraus, daß es sich ja tatsächlich um topographische Gräben keineswegs handelt und daß auch die tektonischen Gräben zur Zeit der Faltung völlig durch einen ziemlich ansehnlichen, jüngeren Sedimentmantel verhüllt waren.

Die Gründe, weshalb die Faltung trotzdem ein Bild zustande gebracht hat, das dem zunächst erwarteten so ähnlich ist, mußten also tiefer gesucht und ausführlicher verfolgt werden. Das war der Zweck der letzten, eingehenden Erörterungen.

Schluß.

Als Hauptinhalt der vorliegenden Arbeit betrachte ich den Nachweis älterer Störungen in einem jüngeren Faltengebirge und ihrer weitgehenden Einwirkungen auf seinen tektonischen Bau.

Die Verwerfungen des Basler Tafeljuras konnten z. T. mit voller Sicherheit, z. T. mit großer Wahrscheinlichkeit in das anstoßende Faltengebiet hinein verfolgt werden. Hieraus ergaben sich die Erklärungen für zahlreiche unklare Einzelheiten seines Baues, ferner Ausblicke auf ähnliche Verhältnisse in den Nachbargebieten.

Vielleicht dürfen wir noch weiter gehen.

Der Schweizer Kettenjura hat bekanntlich seit Beginn seiner Erforschung und seit Beginn der Alpengeologie als ein Studienobjekt gedient, an dessen einfacheren Verhältnissen die Alpengeologen ihre Begriffe bildeten und von denen aus sie ihre Blicke richteten auf die weit komplizierteren Probleme der Gebirge von alpinem Bau.

Vielleicht kann auch der vorliegende kleine Beitrag in diesem Sinne verwandt werden; vielleicht ist er geeignet, Licht zu werfen auf manche Fragen, die zwar an weit größere Verhältnisse gebunden, aber doch wohl den gleichen, allgemeinen Bildungsgesetzen unterworfen sind.

Tektonische Uebersichtskarte des südlichen Basler Juragebirges.

1 : 50 000

Nach den Untersuchungen von Mandy, Celliers und de Villiers im Faltengebiet und nach eigenen Aufnahmen im Tafelland zusammengestellt von Hans Cloos, Dez. 1908.

Verwerfungen

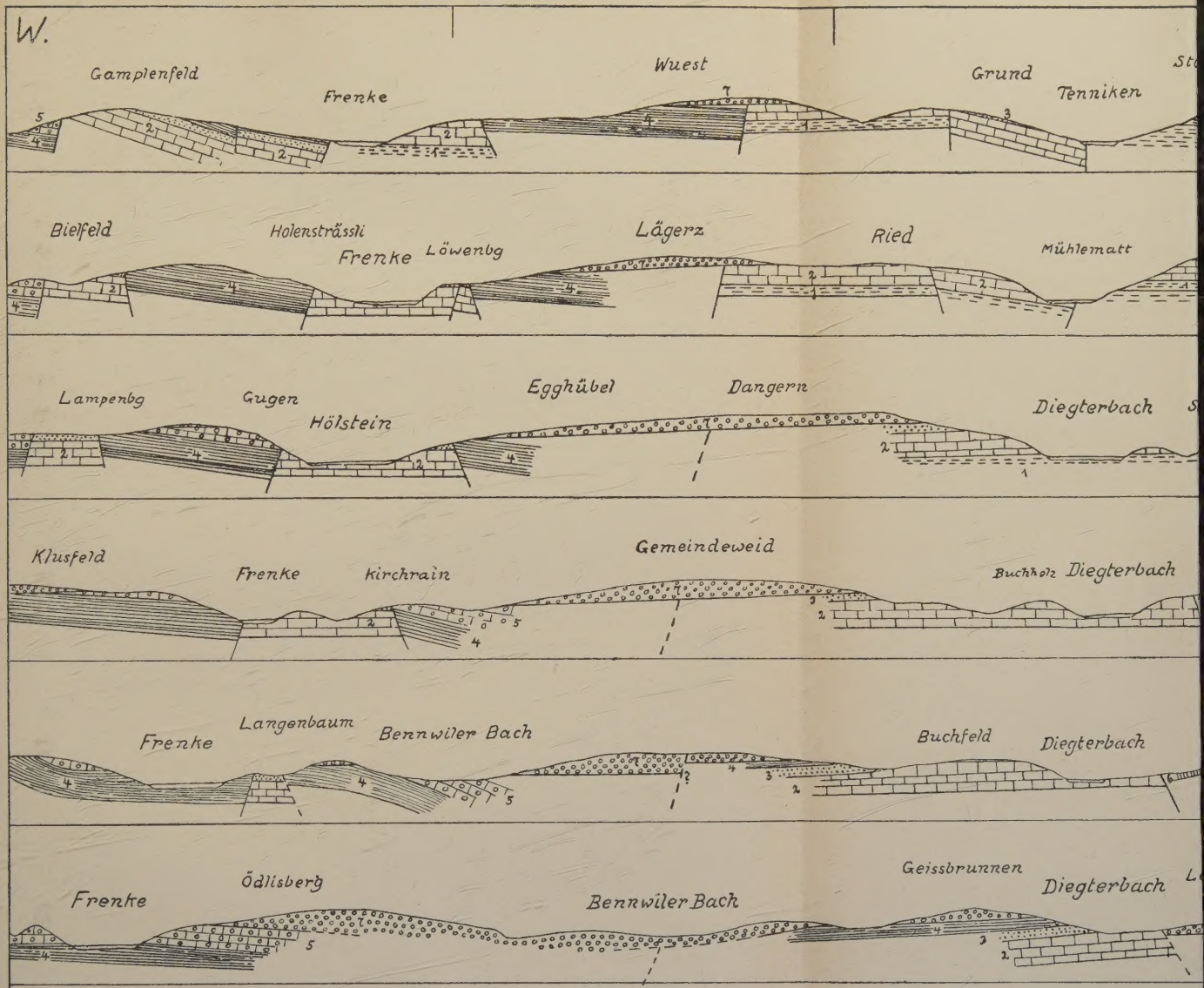
Muschelkalk

Ueberschiebungen

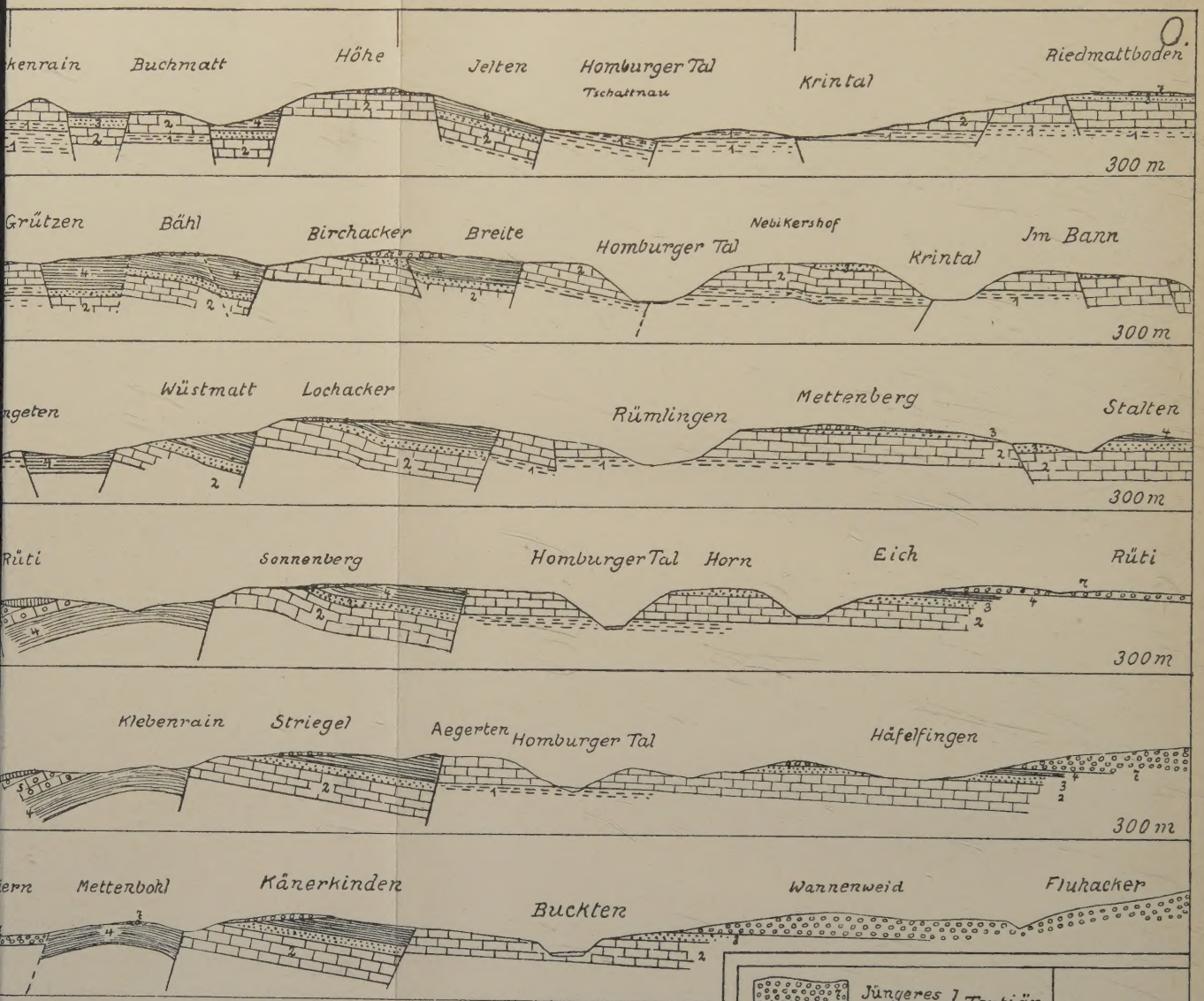
A-A = Grenze zw. Tafel- und Kettenjura

Untergrenze d. Mittelmiocäns

B-B = Muschelkalk-überschiebung



Sechs Profile durch den südlichen Basler Tafeljura



h eigenen Aufnahmen
bständen von 500 m

Massstab 1:25000.

Druck von Carl Grüninger, Stuttgart.